

LE TROLLEYBUS

et les Transports en commun dans la Cité moderne

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN DROIT

présentée et soutenue le 13 Juin 1942, à 14 heures

PAR

M. PARODI

Diplômé de l'Ecole Libre
des Sciences Politiques

MEMBRES DU JURY :

PRÉSIDENT : M. PIROU, *Professeur*

SUFFRAGANTS { M. LAUFENBURGER, *Professeur*
M. FROMONT, *Professeur*

LIBRAIRIE SOCIALE ET ÉCONOMIQUE

3, RUE SOUFFLOT

PARIS (V°)

1942

**Le Trolleybus
et les Transports en commun
dans la Cité Moderne**

LE TROLLEYBUS

et les Transports en commun dans la Cité moderne

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN DROIT

présentée et soutenue le 13 Juin 1942, à 14 heures

PAR

M. PARODI

Diplômé de l'Ecole Libre
des Sciences Politiques

MEMBRES DU JURY :

PRÉSIDENT : M. PIROU, *Professeur*

SUFFRAGANTS { M. LAUFENBURGER, *Professeur*
M. FROMONT, *Professeur*

LIBRAIRIE SOCIALE ET ÉCONOMIQUE

3, RUE SOUFFLOT

PARIS (V^e)

1942

LE TROUBLE

et les transports en commun

dans la Cité moderne

THÈSE

La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Déposé le 10/10/1911
à la Bibliothèque de la Faculté de Droit

Membre du Jury

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

Monsieur le Docteur en Droit

INTRODUCTION

CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES TRANSPORTS URBAINS



A. Concentration de la population dans les villes

L'extension croissante des grandes agglomérations est une des caractéristiques les plus frappantes des temps modernes. Depuis le début du siècle en particulier, se produit avec une rapidité accrue par la guerre, un changement de la répartition de la population dans tous les pays civilisés : un déplacement massif des campagnes vers les villes du fait même de la civilisation.

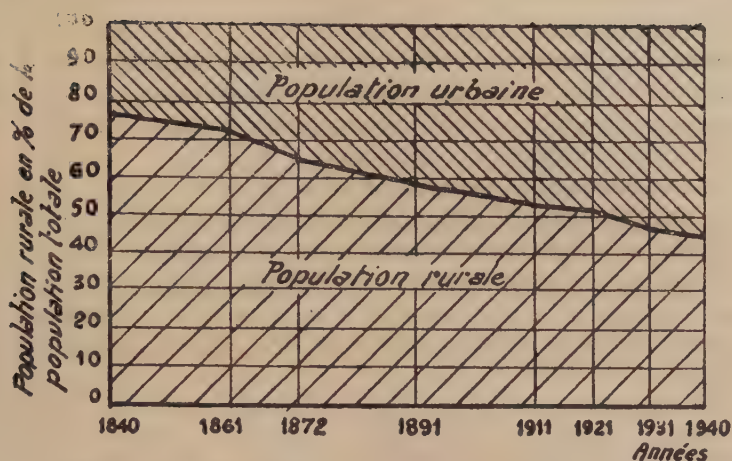
La cause profonde de ce développement est due à l'extension toujours croissante de la division du travail. La plupart des individus n'exercent plus en général qu'un seul genre d'activité, celui pour lequel ils sont le mieux doués. Mais l'exercice d'un métier unique n'est possible que s'il permet à l'individu et à sa famille de subsister dans des conditions convenables ; il faut pour cela que le produit spécialisé de son travail trouve des débouchés nombreux et qu'en même temps l'individu puisse trouver près de son domicile tout ce qui est nécessaire à sa vie et à celle de sa famille. Une division du travail de plus en plus poussée impose la formation de groupements fortement peuplés ; elle est fonction de la densité de la population. Dans les villes, la vie devient, du fait des progrès réalisés dans l'organisation des services publics de toutes sortes, plus facile et plus confortable. L'attraction des grands groupements humains s'exerce sur l'individu avec une force d'autant plus grande que le groupement est lui même plus important ; les commodités offertes par les services publics étant d'autant plus importantes et moins coûteuses que la densité de peuplement est plus grande.

Ce mouvement ne fut rendu possible que grâce à un développement parallèle des facilités de transport qui ont permis l'approvisionnement de ces agglomérations humaines avec une ampleur que les temps passés ne pouvaient permettre. Jusqu'à l'époque contemporaine l'accroissement des villes fut subordonné à la facilité plus ou moins grande que rencontrait leur

ravitaillement. Cette préoccupation apparaît dans la délimitation du département de la Seine, en 1790, dont le cadre dut englober la région alors nécessaire à l'approvisionnement de la ville. N'est-ce pas de même la transformation de l'Angleterre en état urbain qui fait de son approvisionnement une question vitale pour elle et lui rend nécessaire la maîtrise des mers ?

Cette concentration de la population en des cités de plus en plus vastes est un phénomène général constaté dans tous les pays du monde, mais le degré de concentration est très différent d'un pays à un autre ; alors qu'aux Etats-Unis, au Canada les populations urbaines et rurales sont à peu près équivalentes, en Allemagne, en Australie par contre la population des villes est déjà deux fois plus grande que celle des campagnes. En Angleterre, où le mouvement de concentration est de beaucoup le plus accentué, la population des cités est à l'heure actuelle trois fois plus grande que celle des campagnes ; la région de Londres à elle seule représente avec 9,5 millions d'habitants, près du quart de la population totale. La densité de la population y est 10 fois plus grande que dans l'ensemble de la Grande-Bretagne : près de 2.000 habitants au kilomètre carré contre 200 pour le reste du pays.

En France, ce mouvement pour être moins rapide qu'en Angleterre ou en Allemagne n'est cependant pas moins net, puisque la population rurale qui atteignait 75 % environ de la population totale en 1840 n'atteint plus aujourd'hui que 48 %. La courbe suivante permet de suivre l'évolution de la répartition de la population française de 1840 à nos jours.



Tabl. 1 : Evolution de la répartition de la population française entre les villes et la campagne.

A l'intérieur de la capitale ce mouvement fut très rapide quoique la délimitation du Métropolitain à l'enceinte de Paris, l'existence de l'octroi, et pendant longtemps la présence des fortifications aient ralenti le déplacement de la population. A l'heure actuelle celle-ci est environ 7 fois plus forte qu'au début du siècle dernier.

Ce n'est que de 1859, époque à laquelle le baron Haussmann entreprit de moderniser Paris et d'établir une nouvelle division administrative, que date l'accroissement de sa superficie ; celle-ci passe à 85 kilomètres carrés alors que celle de l'ancienne ville, qui était divisée en 12 arrondissements, n'ayant d'ailleurs aucun rapport avec ceux qui leur furent substitués, était de 34 kilomètres carrés, correspondant sensiblement à celle des onze premiers arrondissements actuels.

Cette distinction est intéressante à constater car pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle la croissance rapide des arrondissements périphériques contraste avec la stagnation des arrondissements centraux. De 1861 à 1911 les arrondissements intérieurs de Paris (I à XI) n'ont vu leur peuplement s'accroître que de 17 % tandis que l'accroissement des arrondissements

périphériques (XII à XX) atteignait 177 % et celui des communes limitrophes, y compris Saint-Denis, 427 %. Les arrondissements du centre (I à XI), qui en 1861 formaient 55 % de l'agglomération parisienne (Paris et département de la Seine) n'en représentent plus que 30,2 % tandis que la proportion des communes limitrophes passait de 14 à 30,7 %.

Ce déplacement de la population est dû à l'essor considérable que prirent pendant cette période les transports en commun urbains et suburbains ; grâce à la plus grande facilité des moyens de communication les citadins purent atteindre les quartiers périphériques dans le même temps qu'ils consacraient autrefois à leurs déplacements pédestres dans les quartiers du centre.

Cette évolution se poursuit encore actuellement ; les quartiers centraux voient leur population décroître au profit des quartiers périphériques. C'est ce que montre le tableau ci-après qui donne la population de Paris par arrondissement. (Tableau 2).

TABL. 2. — *Répartition de la population parisienne par arrondissement.*

ANNÉES	POPULATION			
	1906	1926	1931	1936
Arrondissements	Quartiers du Centre (Vieux Paris)			
1 ^{er}	60.906	45.803	42.166	39.222
2 ^e	61.116	47.817	44.311	41.545
3 ^e	86.152	74.389	70.971	65.330
4 ^e	96.490	85.886	83.063	72.561
5 ^e	117.666	116.882	117.770	107.153
6 ^e	97.055	96.957	106.046	89.633
7 ^e	97.375	104.134	107.567	103.554
8 ^e	99.969	90.771	84.851	78.101
9 ^e	118.818	106.772	102.797	94.406
10 ^e	151.697	136.683	131.150	124.842
11 ^e	232.050	222.443	219.471	202.740
Total des arrondissements correspondant au Vieux-Paris	1.219.294	1.128.537	1.104.163	1.019.087

12°	138.648	150.535	157.277	152.800
13°	133.133	151.731	164.671	168.811
14°	150.136	167.373	178.230	180.822
15°	168.190	229.829	238.797	245.502
16°	130.719	163.836	176.868	185.072
17°	207.127	217.759	220.716	212.146
18°	258.174	277.873	288.610	270.623
19°	148.081	157.815	165.757	159.964
20°	169.427	184.918	195.731	205.341

Total des arrondissements correspondant aux nouvelles limites 1.503.635 1.701.669 1.786.657 1.781.081

Total des 20 arrondissements .. 2.722.929 2.830.206 2.890.820 2.800.168

L'examen de ce tableau montre, pour la période qui va de 1906 à 1931, une décroissance de la population dans les arrondissements du Vieux Paris et une croissance de celle-ci, à la vérité assez lente, dans les arrondissements périphériques.

De 1931 à 1936 la décroissance, qui continue dans les arrondissements centraux, commence à se manifester dans certains arrondissements de la périphérie. C'est maintenant dans la banlieue que se produit un accroissement massif de la population analogue à celui qui s'était produit, il y a une soixantaine d'années, dans les quartiers qui constituaient la banlieue d'alors ; ainsi pendant cette période de cinq ans, la population de Paris a vu son chiffre décroître, de 2.892.820 en 1931 il passe à 2.800.168 en 1936 ; la banlieue par contre a vu le sien augmenter de plus de 100.000 unités (de 2.016.425 en 1931 il passe à 2.119.064 en 1936). En définitive l'ensemble du mouvement démographique du département de la Seine se traduit par une légère augmentation.

De l'ensemble de ces chiffres nous pouvons définir pour la Région Parisienne diverses zones de peuplement :

1. Le Vieux Paris,
2. Les arrondissements du XII^e au XX^e,
3. Les communes limitrophes de Paris,
4. Les communes du département de la Seine.

Ces zones se sont peuplées successivement et leur développement a été d'autant plus récent qu'elles sont plus éloignées du centre. Actuellement la première zone continue à se dépeupler et la seconde commence à suivre une évolution identique ; l'afflux de la population dirigé vers l'agglomération parisienne se porte maintenant sur la troisième et la quatrième zone.

Le tableau suivant, qui a été établi par une commission d'ingénieurs américains à la suite d'une enquête faite en 1930 dans les quatre villes de Paris, New-York, Londres et Berlin, montre la répartition approximative de la population de ces capitales et de leurs faubourgs, comprise à l'intérieur de cercles de 5, 15 et 30 kilomètres de rayon. (Tableau 3).

TABL. 3. — *Répartition de la population à l'intérieur des 4 grandes capitales : Paris, New-York, Londres et Berlin.*

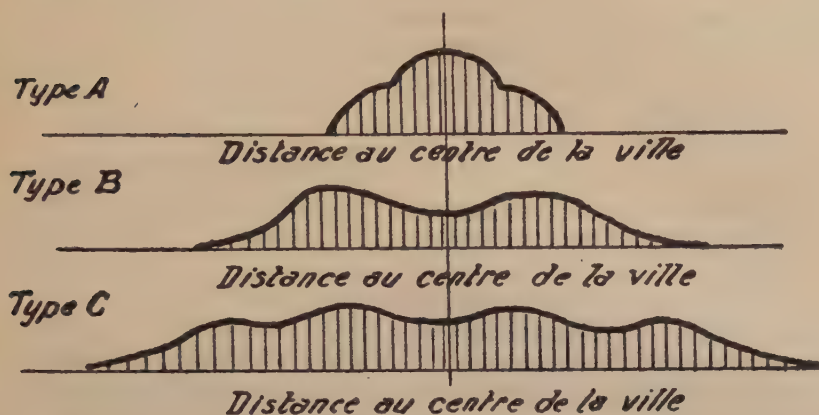
Nom des Villes		Paris	New-York	Londres	Berlin
Population comprise dans le cercle d'un (en millions)	Rayon de 0. à 5 km.	2,9	1,5	2,65	2,0
	Rayon de 5 à 15 km.	2,1	5,0	3,7	2,0
	Rayon de 15 à 30 km.	1,0	2,5	2,0	1,5
Population totale		6,0	9,0	8,35	5,5

Si l'on compare ces chiffres, on constate une concentration extrême de la population parisienne. Sans atteindre les chiffres fantastiques de 1840 lorsque le quartier d'Arcis comptait 1.860 habitants à l'hectare, la densité moyenne de 370 habitants à l'hectare dans le cercle de 5 kilomètres de rayon dépasse de beaucoup celle constatée dans les autres capitales. A Londres, par exemple, la densité de la population n'atteint, dans les mêmes limites, que 268 habitants.

Il y aurait pourtant un intérêt tout spécial à combattre à Paris ce surpeuplement exagéré du centre si l'on songe que, comparé aux grandes capitales européennes, Paris est celle qui comporte le moins d'espaces libres : Londres, 1.168 hectares, Berlin, 411, Paris, 263.

Les variations de la densité de la population en fonction de la distance au centre de la ville, peuvent être représentées sché-

matiquement (Tabl. 4) par des courbes de type A, B, C, dont les allures générales, définies empiriquement, peuvent être justifiées logiquement en s'aidant des considérations exposées par M. Joyant dans son traité d'urbanisme.



Tabl. 4: Variation de la densité de la population en fonction de la distance au centre de la ville.

1°) Type A.

Tant que la circulation à l'intérieur des agglomérations s'est faite presque exclusivement à pied, la population s'est concentrée au voisinage du point d'où rayonnait l'activité de la cité. La densité de la population est maximum au centre de la ville et décroît ensuite plus ou moins rapidement, les dimensions de la ville étant pratiquement limitées à la distance que peut parcourir un individu en une trentaine de minutes. Pour une vitesse de marche d'environ 4 kilomètres à l'heure, la ville sera sensiblement circulaire et son rayon de l'ordre de 2 kilomètres (superficie 10 à 15 kilomètres carrés) ; l'expérience montrant que la densité de la population peut atteindre 10.000 à 20.000 habitants au kilomètre carré, il apparaît que l'importance des cités doit être de l'ordre de 150.000 à 225.000 âmes. C'est ainsi que l'on constate que, de l'antiquité jusqu'au milieu du XIX^e siècle, aucune agglomération n'a dépassé 12 kilomètres de diamètre. L'enceinte de Babylone atteignait à peine cette dimension ; Thè-

bes, la ville aux cent portes avait 8 kilomètres de diamètre ; enfin celui de la capitale de l'Empire Romain ne dépassait pas 5 kilomètres.

La nécessité pour les citadins de se loger près du lieu de leur travail, imposée par l'absence de moyens de transport rapides, est le facteur principal qui s'est opposé à l'extension territoriale des cités avant le milieu du XIX^e siècle.

2°) *Type B.*

L'étape suivante de l'extension de la cité en superficie a été franchie lorsque sont apparus les premiers transports en commun utilisant la traction hippomobile, omnibus et tramway à chevaux.

La vitesse de circulation atteint en moyenne 6 à 7 kilomètres à l'heure et les dimensions de la cité correspondent sensiblement à celles d'un cercle de 3 à 3,5 km. de rayon (superficie environ 30 kilomètres carrés) ; ces dimensions sont sensiblement celles du Vieux Paris qui couvrait une superficie d'environ 34 kilomètres carrés.

L'élévation du prix des loyers dans les quartiers d'affaires, l'encombrement et le bruit des rues rendent de moins en moins agréable l'installation d'un foyer familial au centre de la ville. Alors commence à s'accroître la distinction du lieu où l'on vit, du lieu où l'on travaille. C'est ce que nous ont montré les statistiques précédentes qui donnent, par arrondissement, la répartition de la population de la Région Parisienne de 1906 à 1936. Tous les bureaux, les lieux de réunions pour les plaisirs ou les affaires se sont concentrés dans les quartiers du centre alors que les individus préféraient s'installer dans les quartiers périphériques ou dans la banlieue.

3°) *Type C.*

Au cours des temps, ce mouvement s'accroît et la ville s'étend au fur et à mesure de l'accroissement des vitesses réalisables par les divers modes de transport ; à la vitesse d'une douzaine de kilomètres à l'heure réalisable avec les bicyclettes et les tramways électriques correspondent des cités de 5 à 6 kilo-

mètres de rayon (environ 90 kilomètres carrés). Ces dimensions sont les limites actuelles des 20 arrondissements de Paris.

La population correspondante, pour une densité de 20.000 âmes par kilomètre carré, est de l'ordre de 2 millions d'habitants.

Quel que soit le système de traction utilisé il est difficile avec les transports en surface de dépasser les vitesses de 12 à 15 Km/h. Cette vitesse est faible mais il ne faut pas oublier que celle-ci ne dépend pas uniquement des qualités de marche de la voiture considérée, mais de celles des véhicules voisins et du degré de congestion de la circulation.

C'est seulement l'introduction des transports rapides sur rails, aériens ou souterrains, métropolitains et lignes de banlieue, qui a permis de réduire la durée des longs parcours. Sur les lignes du métropolitain à arrêts fréquents, tous les 4 ou 500 mètres, la vitesse moyenne atteint 23 Km/h et la vie active devient possible dans des cités d'une dizaine de kilomètres de rayon (superficie de 300 Km².), ayant des populations de l'ordre de 5 à 6 millions d'habitants.

A chaque étape du développement des facilités de communication correspond une « vague » de décentralisation qui se traduit au point de vue de la répartition de la population par l'apparition de zones surpeuplées, de formes annulaires pour les régions dont les grandes artères de circulation ont été aménagées depuis un certain temps déjà, de formes rayonnantes ou tentaculaires pour les régions neuves en voie d'urbanisation.

Cependant l'allure générale de la courbe de la répartition de la population ne dépend pas seulement des conditions techniques du nouveau mode de transport mais aussi du temps de parcours accepté par les voyageurs. Celui-ci résulte des traditions et des habitudes de la population ; il sera donc différent suivant que l'on considère tel ou tel pays. En Angleterre, par exemple, où la journée de travail est continue, le travailleur n'aura à effectuer qu'un voyage aller et retour par jour ; en France, par contre, où la journée de travail est séparée en deux parties, il effectuera en général un voyage complet supplémentaire.

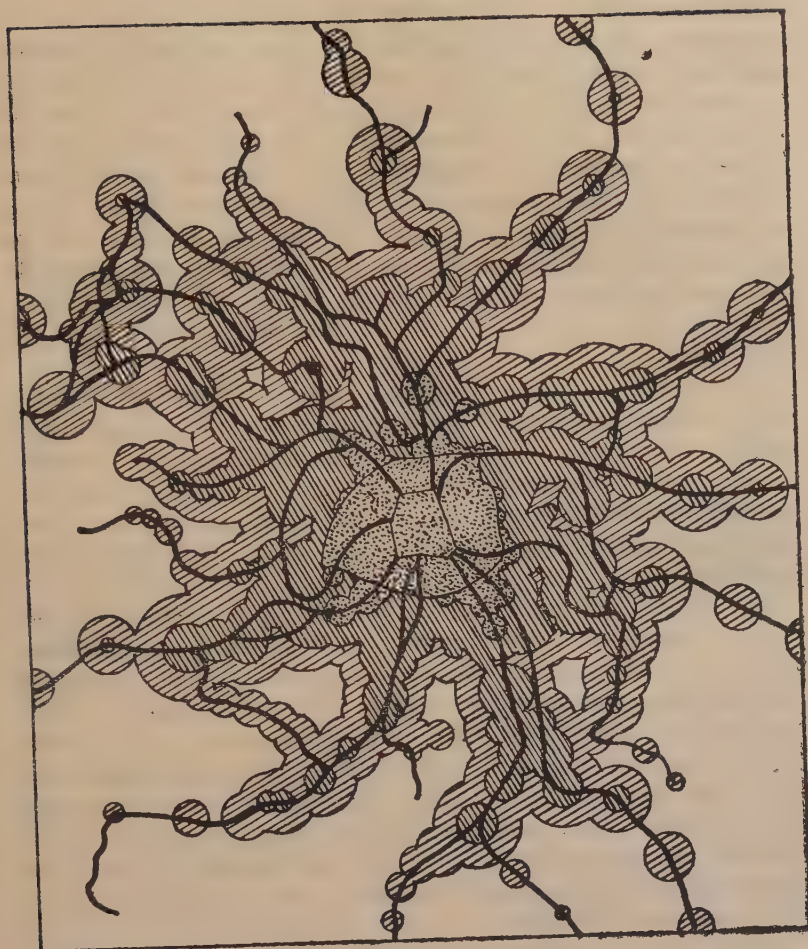
La catégorie de voyageurs qui peut admettre, pour des trajets effectués seulement deux fois par jour, des durées supérieures à 20 ou 30 minutes et pouvant atteindre 40 à 60 minutes, est

encore très restreinte ; aussi ne l'envisagerons-nous pas. Signalons cependant que cette catégorie de travailleurs permet une extension nouvelle de la ville et que dans les conditions actuelles, elle explique la présence dans les courbes de densité de la population, de « bosses » ou d'ondulations autres que celles correspondant à l'agglomération des individus dans les communes périphériques de la cité.

COURBES ISOCHRONES

Ces courbes sont définies comme le lieu des points que l'on peut atteindre dans un temps déterminé en partant du centre de la ville, en supposant bien entendu que l'on emploie tous les moyens de transport en commun les plus rapides offerts au public.

A chaque étape du développement des moyens de locomotion on peut donc tracer autour d'une agglomération quelconque un réseau de courbes isochrones correspondant, avec les moyens de transport les plus rapides utilisés à l'époque, à des durées de trajet de 20, 30, 40, 60 minutes entre le centre de la ville et chaque point de la courbe considérée. C'est d'après ces principes, que M. Bonnier a établi en 1914 la carte suivante pour la Région Parisienne. (Tabl. 5).



 Localités accessibles en 20 minutes
 — d° — 40 — d° —
 — d° — 60 — d° —

Tabl.5 : Carte des régions isochrones de la région parisienne en 1914.

Une comparaison plus poussée entre le réseau de courbes isochrones et les zones de peuplement pour une agglomération déterminée permettrait de montrer l'étroite corrélation qui existe entre l'accroissement de la population et les facilités de communication. D'une façon générale on peut même dire que ce sont les facilités de transport qui créent le trafic, et plus particulièrement dans les quartiers neufs. Dans les quartiers où la population globale ne varie que lentement on constate que les zones habitées se développent de part et d'autre des lignes de transport, avec une rapidité d'autant plus grande que la liaison entre le centre de la ville et les quartiers périphériques est mieux assurée.

C'est ainsi que « Golders Green », dans la banlieue de Londres, qu'atteignit le « tube » de Hampstead en 1907 et qui n'était guère à cette époque que des terrains vagues et à peine peuplés, est maintenant une des stations les plus actives du réseau métropolitain de Londres ; alors que son trafic annuel n'atteignait en 1909 que 2.500.000 voyageurs il était de plus de 13 millions en août 1914.

En fait, s'il est exact que la présence d'une commodité nouvelle de transport définit une zone de peuplement, son développement réel dépend surtout du programme foncier d'aménagement de la zone considérée. On peut combiner ces deux idées et envisager le développement d'une région par la construction d'une ligne de transport, la rentabilité des capitaux engagés dans cette entreprise étant gagée non seulement sur les recettes d'exploitation, mais aussi sur la plus value des terrains limitrophes. Ces idées en ont été mises en application en Allemagne pour financer les travaux d'aménagement de la banlieue de certaines grandes villes.

Dans ce but les municipalités ont acheté de vastes étendues de terrains dans les zones où elles envisageaient d'effectuer les travaux d'aménagement nécessaires à leur extension. Par la revente ultérieure d'une partie de ces terrains, elles ont pu couvrir la plus grande partie des dépenses exigées par ces travaux, grâce à la plus-value foncière entraînée par l'aménagement de la région.

C'est ainsi qu'a procédé la Municipalité de Berlin pour aménager les faubourgs de la capitale. Elle s'est procurée des terrains à l'ouest de la forêt de Grönewald, y a prolongé une ligne

de métropolitain, a construit des immeubles, en un mot, a procédé à la réalisation complète d'un vaste programme d'aménagement. La revente d'une partie de ces terrains lui a permis de réaliser un bénéfice suffisant pour couvrir l'ensemble de ses dépenses.

Le Danemark a employé une méthode analogue pour développer son système de transports urbains. A Copenhague, par exemple, la Municipalité est arrivée à faire couvrir une partie des dépenses de construction d'une ligne de tramways par les propriétaires de bien fonciers situés à 600 mètres de part et d'autre de la ligne.

En France certains projets prévoyaient l'emploi d'une telle méthode pour financer les travaux d'aménagement de la Région Parisienne. C'est ainsi qu'avant la guerre le Conseil Général de la Seine avait préparé plusieurs projets dans ce sens, mais les pouvoirs publics, le Sénat notamment, ont refusé les autorisations nécessaires ; dans ces conditions, seules quelques opérations partielles de peu d'envergure ont pu être réalisées (La Courneuve, Paris-Saint-Germain, Parc de Sceaux, Domaine de la Belle Epine).

Le problème de l'extension des cités étant dominé, nous l'avons vu, par la question du « temps de parcours », les autorités publiques et les dirigeants des entreprises de transports ont essayé de le réduire au minimum en portant leurs efforts sur deux points : l'électrification et la généralisation de la méthode dite des « zones » utilisée depuis une vingtaine d'années déjà par les chemins de fer français.

A) *Electrification.*

La réduction du temps de parcours a été cherchée dans une augmentation de la vitesse commerciale qui atteint à l'heure actuelle les limites pratiques de 15 Km/h pour les transports de surface et de 23 Km/h pour les métropolitains à arrêts fréquents ; dans ce domaine l'électrification est apparue comme le plus grand progrès susceptible d'être réalisé ; la rapidité de démarrage, les possibilités de fortes surcharges, l'absence de fumée que procure la traction électrique sont des avantages décisifs dans le cas des transports urbains et de banlieue.

La réduction du temps de parcours est illustrée par la carte

suivante (Tabl. 6) qui donne les tracés successifs d'une région isochrone de la banlieue de Berlin avant et après l'électrification des chemins de fer de ceinture et de la transversale principale qui jouent le même rôle que le métropolitain de Paris. Du fait de la réduction des durées de parcours entraînée par l'électrification, la zone du peuplement possible de la Région Berlinoise s'est trouvée agrandie.



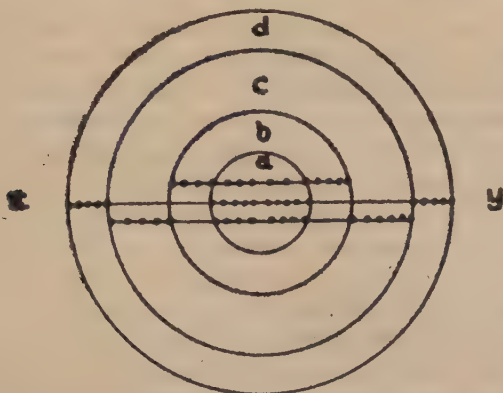
Tabl. 6 : Détermination des régions isochrones de la banlieue de Berlin , avant et après électrification . —

L'effort tenté en vue de réduire le plus possible la durée du temps de parcours ne doit pas porter seulement sur l'augmentation de la vitesse cinétique de circulation, mais aussi sur une meilleure organisation de l'exploitation, par une généralisation de la méthode « des zones ».

B) Méthode des zones.

Cette méthode permet de « rapprocher » dans le temps les

diverses zones de la banlieue du centre de l'agglomération. Etant donné la répartition de la population dans les grandes villes (voir page 12) et leurs environs, on peut imaginer une division de ce territoire en zones a, b, c, etc... correspondant chacune à des volumes de trafic aussi voisins que possible. (Tabl. 7).



Tabl. 7: *Schema d'une exploitation par zones.*

Un système de lignes diamétrales, telles que XY, dessert ce territoire ; ces lignes sont parcourues par des trains qui, omnibus dans la zone périphérique qu'ils desservent, sont directs dans le parcours des autres zones pour redevenir omnibus dans la zone centrale.

Le parcours total des zones a, b, c, d, est donc assuré par trois types de trains.

1. Un premier est omnibus dans la zone d et direct dans le parcours des zones b et c, pour redevenir omnibus dans la zone centrale.

2. Un deuxième train dessert la zone c, est direct dans le parcours b et redevient omnibus en a.

3. Un troisième train est omnibus dans le parcours b et a. En pratique dans l'exemple choisi, trois trains partiraient du centre, à de courts intervalles, par « rafale », dans l'ordre indiqué ci-dessus.

Cette méthode présente l'avantage de réduire le temps de parcours nécessaire pour atteindre les stations éloignées ; en

outre elle permet une meilleure utilisation du matériel, le nombre de places vides-kilomètres étant beaucoup moins important que dans le cas de trains omnibus sur tout le parcours ; enfin elle permet un meilleur « ramassage » des voyageurs dans la zone desservie, les arrêts pouvant être beaucoup plus fréquents.

La mise en œuvre d'une telle méthode est particulièrement délicate dans les villes comme Paris où précisément pour empêcher la circulation du matériel normal des grandes Compagnies de chemin de fer sur le réseau du Métropolitain, on a donné, il y a 30 ans, aux lignes de ce dernier, un gabarit plus étroit que celui des lignes d'intérêt général.

L'évolution qui s'est produite ces dernières années a amené les entreprises de transport urbains à une collaboration plus étroite avec les chemins de fer d'intérêt général. Les ententes déjà conclues entre le Métropolitain de Paris et la Compagnie des chemins de fer d'Orléans pour l'exploitation de la ligne de Paris à Sceaux seront vraisemblablement, grâce à la nouvelle organisation des transports en commun de la Région Parisienne, suivies d'autres réalisations analogues dans le fond sinon dans la forme.

B. — Variation du trafic avec la densité de la population

La concentration de la population dans certaines grandes villes pose des problèmes extrêmement difficiles à résoudre, notamment en ce qui concerne les transports. Dans ce domaine, en effet le problème est particulièrement délicat puisque, comme l'a démontré M. Mattersdorf en 1906 pour les villes américaines en plein développement, le trafic défini comme le nombre de voyageurs transportés croît sensiblement comme le carré de la population.

On peut donc écrire que le trafic global est

$$T = kH^2$$

k étant un coefficient et H le nombre d'habitants.

Cette relation semble assez bien vérifiée par l'expérience dans la plupart des cas, mais elle ne peut représenter les faits dans toute leur complexité car il est certain que toute cause agissant sur l'activité économique doit également exercer une action sur le trafic global des transports en commun. Si, sans changement de population, l'activité économique varie, le trafic doit

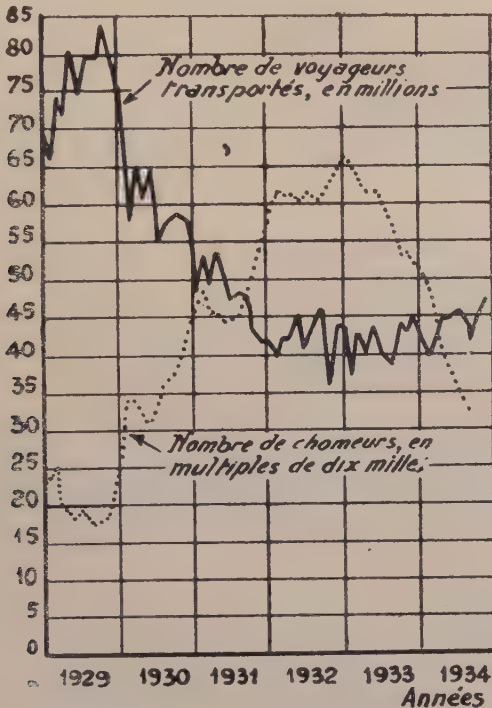
varier dans le même sens ; ainsi le chômage massif qui s'est produit en Allemagne de 1929 à 1933 a permis d'observer une décroissance du trafic des transports en commun correspondant presque exactement à la déduction dans le chiffre de la population du nombre des chômeurs.

Le trafic global urbain semble alors être de la forme :

$$T = k (H - C)^2$$

en appelant H le nombre d'habitants et C le nombre de chômeurs.

Ce résultat est illustré par la figure suivante qui donne sur un même graphique, le nombre de voyageurs transportés par les entreprises municipales de transport et le nombre de chômeurs à Berlin de 1929 à 1934 (Tabl. 8).



Tabl. 8 : Relation entre le nombre de voyageurs transportés par les entreprises municipales de transport et le nombre de chômeurs à Berlin

L'examen de ce graphique nous montre que les deux courbes ont une allure sensiblement symétrique : de la fin de 1929 au début de 1933 le nombre de chômeurs a augmenté constamment alors qu'au contraire, diminuait régulièrement le nombre de voyageurs transportés.

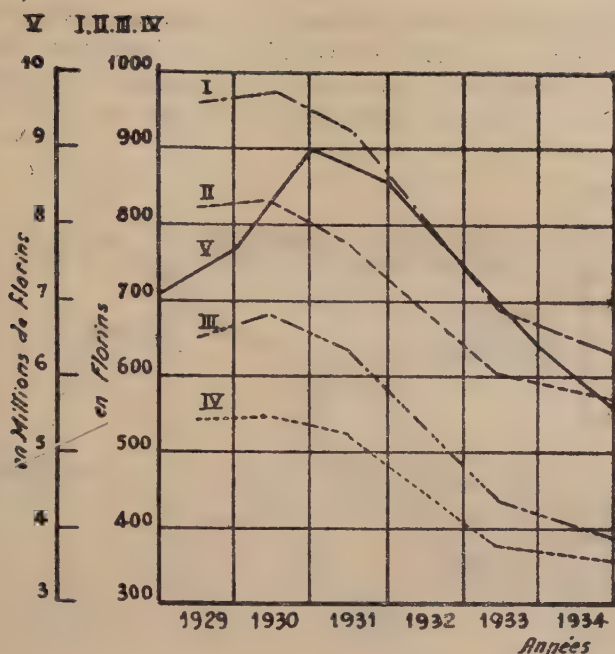
Dans cet ordre d'idée on peut même aller plus loin et dire, en généralisant, que le nombre de voyageurs transportés et la recette des entreprises de transport dépendent de l'activité économique de la région.

Les études effectuées à ce sujet, dans les Pays-Bas (1), ont montré l'étroite corrélation qui existe entre le trafic et les ressources moyennes de la population. C'est ainsi que les courbes qui ont été établies à la suite de ces travaux et que nous reproduisons ci-après (Tabl. 9) ont prouvé que le revenu total de la

(1) XXV^e Congrès International de Tramways, de Chemins de fer d'intérêt local et de transport publics automobiles.

Rapport présenté par M. le Dr I. G. J. C. NIEUWENHUIS, directeur du Rotterdamsche Electrische Tram, Rotterdam.

« L'influence de la crise mondiale sur l'exploitation des moyens de transport en commun dans les grandes villes et leurs environs ».



- I Ressources moyennes La Haye
 II „ „ Amsterdam
 III „ „ Rotterdam
 IV „ „ Royaume

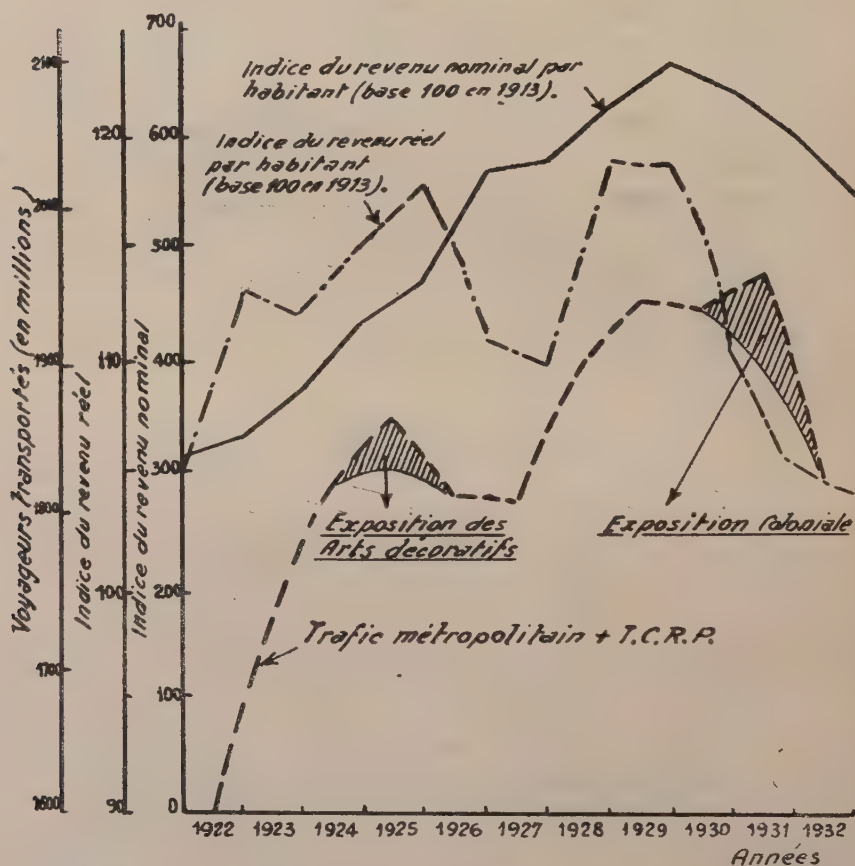
V Recettes des transports de voyageurs pour les tramways électriques de Rotterdam

Tabl. 9: Comparaison des ressources moyennes de la population et des recettes de la Compagnie des tramways électriques de Rotterdam.

population pour des villes comme Amsterdam, La Haye et Rotterdam est en rapport presque invariable avec les recettes des entreprises de transport dans ces villes.

Une étude analogue effectuée pour la Région Parisienne nous amène à des conclusions identiques. Elles montrent la corrélation très étroite qui existe entre le revenu par habitant et le trafic pour l'ensemble des moyens de transport offert au pu-

blic. C'est ce que met en évidence le graphique suivant (Tabl. 10) qui donne les courbes de variation de l'indice du revenu nominal, du revenu réel et le trafic de l'ensemble des transports en commun de Paris. L'indice du revenu nominal a été établi



Tabl. 10: Relation entre l'indice du revenu par habitant et le nombre de voyageurs transportés à Paris.

en partant des chiffres publiés par M. de Bernonville dans un article paru en 1932 dans la « France Economique » et intitulé « Les revenus privés ». L'indice du revenu réel, c'est-à-dire le pouvoir d'achat moyen, a été obtenu en divisant le revenu

nominal par l'indice du coût de la vie. Il permet d'apprécier le développement du bien-être général.

L'examen de ce graphique montre que l'allure générale des deux courbes de revenu est semblable à celle de la courbe du trafic ; cependant la courbe de la valeur réelle du revenu est plus intimement liée que l'autre à celle du nombre de voyageurs transportés.

L'année 1926 nous en fournit un exemple typique ; pendant cette période l'inflation a pris une telle ampleur que la hausse des prix qui en a résulté a entraîné un gonflement excessif des revenus privés ; le trafic global n'a pas suivi une évolution identique mais au contraire a varié en sens inverse suivant en cela l'évolution du revenu réel de la population.

Il semble donc que le problème des transports en commun soit dominé par la question des ressources réelles de la population. Le chômage, l'inflation, bref, tout facteur agissant sur l'activité économique d'un pays a des répercussions sur l'importance du trafic des transports de voyageurs.

Il s'ensuit que, dans le problème des transports urbains, on ne devra pas surévaluer les mesures que les autorités publiques ou les dirigeants des entreprises de transport pourront prendre pour essayer d'accroître le trafic. Chez de nombreuses personnes, en effet, une opinion communément admise, est qu'une réduction des tarifs entraîne une augmentation telle du trafic que la perte due à la diminution des tarifs sera largement compensée ; mais dans la presque totalité des cas cette théorie est apparue erronée : en effet quand le besoin de transport diminue par suite d'une crise économique, l'on ne peut décider le public, au moyen d'une réduction des tarifs, à se rendre vers des usines dont les portes sont fermées.

C. — Le problème de l'énergie dans les transports urbains

La concentration de la population dans des agglomérations de plus en plus étendues, pose un nouveau et délicat problème : celui de l'énergie de traction, fonction du trafic qui croît lui-même comme le carré de la population.

Dans l'antiquité déjà se posait ce problème. La forme primitive de transport, « la traction humaine » fut bientôt remplacée par la traction hippomobile qui vint amplifier la puis-

sance mise à la disposition de l'homme. Il faut attendre la deuxième moitié du XIX^e siècle pour voir l'application d'une autre source d'énergie à la traction des véhicules publics.

C'est la vapeur qui actionnait en 1863 « l'underground » de Londres, en 1871 le « ringbahn » de Berlin, en 1872 « l'elevated » de New-York, en 1882 le « stadtbahn » de Berlin, en 1888 le « subway » de Glasgow et le métropolitain de Vienne.

La traction électrique n'allait pas tarder à se substituer complètement à la vapeur sur les chemins de fer métropolitains. L'énergie électrique, après les essais réalisés en 1887 à New-York, était adoptée à Londres en 1890 sur le « City and South London » puis en 1893 à Liverpool et en 1895 à Chicago. A la même époque qu'à Paris, l'électrification fut réalisée en 1900 sur l'elevated de New-York et sur le Central London Railway.

Après Londres, Liverpool, Chicago, New-York et Paris c'est Vienne qui en 1901 inaugure son métropolitain électrique, puis Berlin en 1902, Philadelphie en 1908, Buenos-Ayres en 1913, Tokio en 1927 et Moscou en 1934.

A peu près à la même époque une évolution identique se produisait dans les systèmes de traction appliqués aux transports en commun de surface.

A Paris le premier tramway dont l'idée revient à M. Loubat, fut mis en service en 1854 ; ce n'était qu'un omnibus tiré par des chevaux sur des rails. En 1889 étaient mis en service trois tramways à vapeur, mais ce système ne prit pas un grand développement car l'année suivante avait lieu les premiers essais de la traction électrique, qui allait bientôt se substituer à tous les modes de traction sur l'ensemble du réseau de tramways.

Sur les omnibus l'application de la vapeur à la traction ne remporta pas un grand succès. Il faut attendre la mise au point du moteur à explosion pour voir la traction mécanique se substituer complètement à la traction hippomobile ; 13 ans après sa première application à un omnibus, l'unification des systèmes de traction était réalisée sur l'ensemble du réseau parisien.

En 1882 était réalisé en Allemagne le premier trolleybus ; en 1900 était organisé en France un service de voitures à trolley pour l'Exposition Universelle.

Mais ces essais restèrent sans lendemain et il faut attendre un

quart de siècle pour voir ces tentatives trouver enfin l'atmosphère favorable à un développement remarquable.

A la veille de la guerre de 1914-1918 le tramway et l'autobus étaient les seuls modes de locomotion utilisés pour les transports de surface.

Pendant longtemps le tramway resta à la tête des transports en commun de surface. Aujourd'hui de nombreux reproches lui sont faits notamment celui d'embouteiller la circulation par son manque de mobilité et, trop souvent depuis l'organisation des sens uniques, par sa marche à contre sens du courant normal. Aussi depuis une dizaine d'années assiste-t-on dans de nombreux pays à la disparition progressive de ce mode de transport ; le plus souvent celui-ci fut remplacé par l'autobus qui, à la suite de la guerre de 1914-1918 avait pris un essor remarquable.

Mais l'autobus n'est pas le seul moyen de locomotion qui puisse être opposé au tramway dans les artères fréquentées où la circulation de ce dernier est devenue presque impossible ; des véhicules nouveaux se sont révélés qui, tout en présentant une souplesse de marche et d'exploitation au moins égale à celle de l'autobus, entraînent des dépenses d'établissement bien moindres que le tramway : ce sont les trolleybus dont l'emploi s'est généralisé, durant ces dernières années, principalement aux Etats-Unis, en Angleterre, en Italie et en Russie.

LE TROLLEYBUS

DESCRIPTION DU TROLLEYBUS

Le trolleybus est un véhicule qui dérive à la fois de l'autobus et du tramway ; du premier il reproduit assez exactement l'aspect général : comme lui il est monté sur pneumatiques et dirigé par l'intermédiaire d'un volant de direction ; au second il emprunte son mode de traction : comme lui il est entraîné par un moteur électrique qui reçoit le courant d'une ligne aérienne à deux conducteurs par l'intermédiaire de perches (ou trolleys) dont l'une sert à l'arrivée du courant, l'autre à son retour, celui-ci ne pouvant s'effectuer par le rail.

Le trolley a une mobilité telle que la voiture est susceptible de se « désaxer » de 4 mètres, au moins, de part et d'autre de la ligne de contact. Si celle-ci est axiale le trolleybus peut alors occuper n'importe quelle position sur une chaussée de 10 m. 50 de large.

Le moteur est contrôlé par le conducteur du trolleybus qui, les deux mains au volant, commande au moyen de trois pédales à pied toutes les manœuvres nécessaires. La conduite de ce véhicule est tout à fait semblable à celle d'une automobile ordinaire. Les trois pédales étant disposées dans l'ordre standard adopté par l'industrie automobile, n'importe quel chauffeur est capable, après un quart d'heure d'apprentissage, de conduire un trolleybus.

Il y a quelques années, un nouveau type de trolleybus est apparu pour répondre à l'objection qui leur était faite, de ne pouvoir s'éloigner de l'itinéraire imposé par la ligne de contact. Ces trolleybus dits « amphibies » en France et « all services » dans les pays anglo-saxons, comportent soit une batterie d'accumulateurs auxiliaires, soit un groupe électrogène de secours qui leur permet, dans des limites déterminées, de se rendre indépendants de la ligne de contact soit pour éviter des travaux de voirie, soit pour pénétrer à l'intérieur de zones où la pose de fils aériens est impossible.

Le problème qui se posait aux constructeurs de rendre aussi automatique que possible le passage d'un système de traction à un autre a été résolu très simplement ; le conducteur, pour passer de la marche sur groupe électrogène à la marche avec trolley ou inversement, agit de son siège, au moyen d'un simple commutateur, sur deux petits moteurs qui commandent l'élévation ou l'abaissement des perches ; la reprise de contact des trolleys avec le fil est assuré automatiquement au moyen d'un guide, en forme de trémie, disposé à l'origine de la ligne aérienne.

POSITION DU PROBLEME

Cette étude comportera trois parties.

La *première* sera consacrée à l'historique du développement du trolleybus en France et à l'étranger. Nous y montrerons la place de plus en plus importante que ce mode de locomotion a pris dans les systèmes de transports des grandes villes. Nos recherches porteront en particulier sur les Etats-Unis et la Grande-Bretagne qui ont été à la tête de ce mouvement.

La *seconde partie* portera sur l'étude économique du trolleybus.

— Nous étudierons tout d'abord les avantages et les inconvénients du trolleybus comparés respectivement à ceux des autres modes de transport en surface : le tramway et l'autobus.

— Puis, avant d'étudier le prix de revient de l'installation d'un réseau de trolleybus, nous examinerons la notion même du prix de revient, qui est à la base de toute comparaison économique. En particulier nous envisagerons les diverses manières dont la détermination du prix de revient peut être envisagée, suivant que l'on se place au point de vue économique classique, autarcique ou mondial.

— Cette notion définie, nous nous proposons de déterminer les limites rationnelles d'utilisation du trolleybus. Chacun des modes de locomotion, susceptible d'être utilisé dans un système de transports urbains, possède, en effet, un champ d'action propre qui est non seulement le plus logique mais aussi le plus économique du point de vue de la communauté. C'est ce champ d'action que nous allons essayer de délimiter en comparant les

prix de revient respectifs des exploitations de trolleybus, d'autobus et de tramways.

Dans la *troisième partie* nous envisagerons les possibilités de développement de ce mode de transport en France. Nous étudierons successivement la question des matières premières et celle de l'énergie de remplacement.

PREMIERE PARTIE

**HISTORIQUE DU DEVELOPPEMENT
DU TROLLEYBUS DANS LE MONDE**

CHAPITRE PREMIER

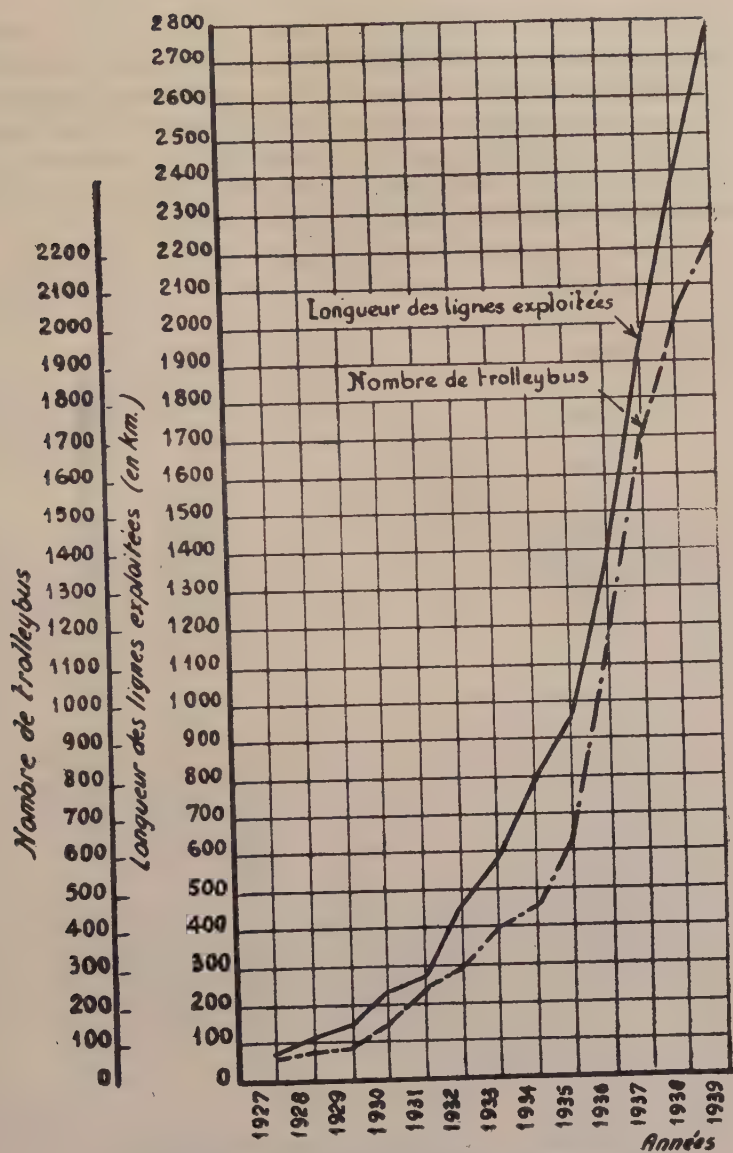
Etats-Unis

C'est aux Etats-Unis que le trolleybus a pris le développement le plus considérable. A l'origine il fut utilisé comme moyen de transport interurbain mais bientôt, devant les résultats obtenus, il ne tarda pas à être utilisé à l'intérieur même des villes.

Les premiers essais eurent lieu en 1888 à Richmond, mais il faut attendre 1928, en laissant de côté les tentatives sans lendemain de 1910, pour assister au développement des premières installations de trolleybus aux Etats-Unis.

Son véritable essor commence en 1935. Durant les cinq années qui suivirent, le nombre des trolleybus en service quadrupla presque, passant de 650 en 1935 à 2.255 en 1940. Pendant la même période la longueur des routes électrifiées suivit une progression analogue passant de 945 km. à 2.270 km.

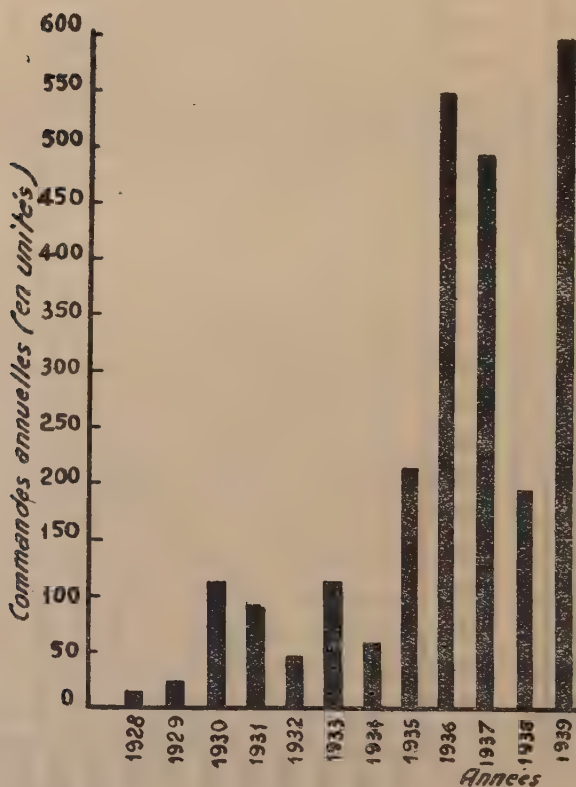
(Tabl. 11)



Tabl. 11: Développement du trolleybus
aux États-Unis.

La cadence des commandes passées pendant ces dernières années, qui pour la seule année 1936 a égalé celle de six années précédentes, fait prévoir pour 1940 un accroissement correspondant à celui de 1939. De 1935 à 1939 le nombre moyen annuel des trolleybus achetés par les entreprises de transport a été de 451, dépassant de beaucoup les pronostics les plus favorables. Ces constatations sont illustrées par la courbe 12.

(Tabl. 12)



Tabl. 12: *Cadence des commandes de trolley bus.*

EVOLUTION DES DIVERS MODES DE TRANSPORT DE SURFACE
AUX ETATS-UNIS

L'utilisation à l'heure actuelle de plus en plus généralisée du trolleybus a donné un essor nouveau aux applications de l'énergie électrique aux transports sur route des voyageurs. Si, jusqu'à la guerre de 1914-1918, les tramways se sont développés remarquablement vite, la période d'après guerre a vu aux Etats-Unis la disparition progressive de ceux-ci dans toutes les villes où l'accroissement du trafic rendait la traction sur rail indésirable. Leur remplacement fut assuré par des autobus à essence ou à huile lourde ; de plus en plus l'énergie électrique était abandonnée pour les transports de surface.

C'est ce que nous montre le tableau 13 qui donne le nombre des véhicules commandés annuellement depuis 1912 par les entreprises de transport.

On voit que les commandes de tramways ont progressivement baissé de 1912 à 1940, passant de 15.000 tramways pour la période de quatre ans 1912-1915, à 330 pour la période de cinq ans 1931-1935.

Les autobus, au contraire, ont pris un développement considérable dans les services de transports urbains au lendemain de la guerre : pendant cette période, en effet, tous les efforts de la nation se sont portés sur les industries travaillant pour la défense nationale ; l'industrie des tramways est passée au second plan. De plus la difficulté de trouver les capitaux élevés nécessaires à la remise en état des réseaux a placé les tramways dans de mauvaises conditions pour entrer en lutte avec l'autobus. Enfin les sympathies du public et des municipalités allaient sans conteste, à l'époque, à la traction automobile.

TABL. 13. — *Commandes annuelles de véhicules
passées par les Compagnies de transport urbains.*

Année	Tramways	Métro	Banlieue	Trolleybus	Autobus	Total
1912	5.228	70	86	—	—	5.384
1913	4.553	128	114	—	—	4.795
1914	2.431	200	99	—	—	2.730
1915	2.348	901	60	—	—	3.309
	14.560	1.299	359			16.218

Année	Tramways	Métro	Banlieue	Trolleybus	Autobus	Total
1916	3.363	242	57	—	—	3.662
1917	2.153	412	30	—	—	2.595
1918	2.097	100	—	—	—	2.197
1919	2.257	200	—	—	—	2.457
1920	3.101	200	15	—	—	3.316
	12.971	1.154	102	—	—	14.227
1921	1.160	25	28	12	—	1.225
1922	3.067	140	30	24	240	3.501
1923	3.168	180	174	24	621	4.167
1924	2.245	154	278	7	963	3.647
1925	1.331	160	43	—	2.171	3.705
	10.971	659	553	67	3.995	16.245
1926	1.401	67	157	—	1.972	3.597
1927	924	70	21	—	1.711	2.726
1928	664	—	30	12	2.120	2.826
1929	1.042	—	242	20	1.813	3.117
1930	608	—	261	112	1.614	2.595
	4.639	137	711	144	9.230	14.861
1931	55	500	55	84	1.150	1.844
1932	65	—	90	41	709	905
1933	62	5	—	113	1.280	1.463
1934	48	5	—	58	2.110	2.221
1935	100	651	—	211	3.864	4.826
	330	1.161	145	507	9.113	11.256
1936	399	176	—	545	4.743	5.863
1937	342	300	2	492	4.033	5.169
1938	286	53	—	192	2.654	3.185
1939	371	150	—	597	4.118	5.236
	1.398	679	2	1.826	15.548	19.453

Dans les années qui suivirent, ce mouvement ne fit que s'accroître ; de 4.000 pour la période 1921 à 1925, la production s'est élevée progressivement, pour atteindre 15.000 entre 1936 et 1940.

A partir de 1930 cependant une certaine hésitation apparut chez les municipalités appelées à transformer leur matériel de transport ; le trolleybus faisait ses débuts et s'avérait, dès ses premières réalisations, comme une solution excellente au problème des transports urbains. De nombreuses cités ne tardèrent pas à l'adopter en remplacement de leur matériel de tramways. Aujourd'hui, certaines d'entre elles vont beaucoup plus loin et n'hésitent pas à remplacer leur réseau d'autobus par des trolleybus.

Cette tendance est d'autant plus intéressante à noter aux Etats-Unis que, dans ce pays, les combustibles liquides, tels que l'essence ou l'huile lourde, sont surabondants et coûtent quatre fois moins cher qu'en France.

Des nombreuses études effectuées aux Etats-Unis par les entreprises publiques et privées de transport, il ressort que, grâce à l'emploi du trolleybus, nombre de compagnies ont pu récupérer une grande partie de la clientèle qui se déplaçait autrefois en voiture particulière et qui trouve maintenant ce mode de transport plus rapide, plus confortable et surtout plus économique que l'automobile ; enfin l'adoption de ce mode de traction a permis aux compagnies productrices d'électricité de récupérer une partie des ventes de courant qu'elles avaient perdues lors du remplacement des tramways par des autobus.

Ces avantages contribuent, en dehors des considérations économiques, à expliquer l'adoption du trolleybus par un nombre croissant de villes. Cette progression rapide est montrée dans le tableau suivant, extrait du « Census of street railways, trolleybus and motor-bus operations » (Tableau 14).

En 1939, dernier résultat parvenu en France, trois nouvelles villes l'avaient adopté portant ainsi à 66 leur nombre total.

Années	Nombre de villes ayant adoptées le trolleybus
1927	3
1928	4
1929	5
1930	9
1931	18
1932	18
1933	20
1934	23

A la même époque un grand nombre de villes prévoyaient son adoption pour les années à venir ; les principales étaient celle de Seattle qui envisageait un réseau de 160 km. desservi par 235 trolleybus ; celle de Denver et enfin

1935	25	celle de Fort Wayne qui envisageait la substitution de trolleybus à tous ses tramways et autobuses.
1936	48	
1937	59	
1938	63	
1939	66	

TABL. 14

Le tableau ci-après donne la nomenclature des villes, classées d'après leur population, qui, au 31 décembre 1939, avaient adopté le trolleybus pour leurs transports en commun.

TABL. 15. — *Villes de plus de 25.000 habitants desservies par trolleybus au 1^{er} janvier 1940.*

Nombre de trolleybus			Nombre de trolleybus		
<i>Villes de plus de 500.000 Ha.</i>					
Baltimore	Md.	51	Memphis	Ten.	14
Boston	Mass.	97	Newark	N. J.	424
Chicago	Ill.	152	New-Orléans	La.	13
Cleveland	Ohio.	28	Paterson	N. J.	
Milwaukee	Wis.	114	Peoria	Ill.	7
New-York	Ny.	8	Portland	Ore.	140
Philadelphie	Pa.	8	Providence	R. I.	97
San-Francisco	Cal.	9	Salt lake City	Utah.	26
			Seattle	Wash.	235
			Somerville	Mass.	
<i>Villes de 100.000 à 500.000 Ha.</i>			Toledo	Ohio.	18
Atlanta	Ga.	29	Wilmington	Del.	55
Cambridge	Mass.		Youngstown	Ohio.	34
Camden	N. J.				
Cincinnati	Ohio.	28	<i>Villes de 25.000 à 100.000 Ha.</i>		
Columbus	"	78	Bayonne	N. J.	
Dayton	"	61	Billeville	N. J.	
Denver	Col.		Central falls	R. I.	
Des Moines	Lowa.	31	Chelsea	Mass.	
Dubuth	Minn.	28	Clifton	N. J.	
Elisabeth	N. J.		Covington	Ky.	31
Flint	Michi.	46	Cranston	R. I.	
Fort Wayne	Ind.		Everett	Mass.	
Honolulu	T. H.	30	Fitchburg	N. J.	7
Indianapolis	Ind.	152	Greensboro	N. C.	12
Jersey City	MO.		Greenville	N. C.	15
Knoxville	Ten.	4	Hobohen	N. J.	
Louisville	Ky.	32	Iwington	N. J.	

Kearny	N. J.		Topeka	Kans.	4
Kenosha	Wis.	22	Union city	N. J.	
Malden	Mass.		West New-York	N. J.	
Noth Bergen	N. J.		Wilkes-Barres	Pa.	17
Passaic	N. J.		Kansas city		34
Pawtucket	R. I.		Brooklyn		8
Plainfield	N. J.		<i>Villes Canadiennes</i>		
Rockford	Ill.	4	Edmonton		
Shreveport	La.	54	Montréal		
St Joseph	MO.	35	Winnipeg		

RÉPARTITIONS DES DIVERS MODES DE TRANSPORTS
DANS LES PRINCIPALES VILLES DES ETATS-UNIS

L'étude du développement des trolleybus aux Etats-Unis est particulièrement intéressante parce qu'il s'est manifesté dans de nombreuses villes d'importance moyenne ; les enseignements que l'on peut en tirer présentent donc, pour l'industrie des transports en général, plus de valeur que ceux que peuvent fournir les réseaux des grandes villes comme Paris, New-York, Londres et Berlin où les problèmes à résoudre varient non seulement de l'une à l'autre, mais aussi se différencient de ceux de la très grande majorité des villes moyennes dans le monde entier.

Les principaux renseignements sur la répartition des trolleybus, comparés aux autres modes de transport, dans les villes des Etats-Unis nous sont fournis par le « Census » de l'industrie des transports. Ceux-ci sont résumés dans les deux tableaux suivants qui sont relatifs : le premier à la répartition du matériel roulant ; le second à la longueur des voies électrifiées sur rail ou sur route et à la longueur des routes desservies par autobus (Tabl. 16 et 16 bis).

Ces tableaux font ressortir que, malgré la croissance rapide des autobus et des trolleybus, le tramway reste encore à la base des systèmes de transport en commun.

TABL. 16. — *Nombre de véhicules*

Population	Tramways	Métro	Chemins de fer de banlieue	Trolleybus	Autobus	Total
Supérieure à 500.000 ha.	16.694	10.923	2.923	478	8.659	39.677
500.000 à 100.000	8.722			1.507	11.251	21.480
100.000 à 25.000	1.575			218	6.304	8.097
Inférieure à 25.000	194				1.199	1.393
Services Interurbains	2.145				2.111	4.256
Total pour Etats-Unis	29.330	10.923	2.923	2.203	29.524	74.903
Possession des Etats-Unis	71			30	91	192
Canada	3.284			22	763	4.069
Total	32.685	10.923	2.923	2.255	30.378	79.164

TABL. 16 bis. — *Longueur de lignes (en km.).*

Population	Tramways	Métro	Chemins de fer de banlieue	Trolleybus	Autobus	Total
Supérieur à 500.000 ha.	10.288	2.188	6.730	282	5.532	25.020
500.000 à 100.000	7.692			2.503	15.802	25.997
100.000 à 25.000	2.145			376	11.910	14.431
Inférieure à 25.000	435				4.336	4.771
Services Interurbains	10.620				18.172	28.792
Total pour Etats-Unis	31.180	2.188	6.730	3.161	55.752	99.011
Possessions des Etats-Unis	53			26	70	149
Canada	2.702			32	1.090	3.824
Total	33.935	2.188	6.730	3.219	56.912	102.984

Mais ces trois modes de transport ne sont pas répartis d'une manière identique dans toutes les villes ; certaines possèdent les trois systèmes, d'autres seulement deux et enfin quelques-unes n'en exploitent qu'un seul. Il semble que la population soit le facteur principal qui influe sur la répartition des moyens de transport.

Sur les 13 villes de plus de 500.000 habitants, existant aux Etats-Unis, toutes possèdent à la fois un service de tramways et d'autobus et seules huit d'entre elles exploitent en outre un réseau de trolleybus.

Parmi les 80 villes dont la population varie de 100.000 à 500.000 habitants, 22 possèdent à la fois un service de trolleybus, de tramways et d'autobus, 34 des tramways et des autobus, 5 des trolleybus et des autobus, 18 uniquement des autobus, enfin une seule est desservie seulement par un réseau de tramways.

Parmi les 283 villes dont la population varie de 25.000 à 100.000 habitants, on constate que :

11 villes possèdent des tramways, des autobus et des trolleybus.

79 villes possèdent des tramways et des autobus.

16 villes possèdent des autobus et des trolleybus.

1 ville possède des tramways et des trolleybus.

161 villes ne possèdent que des autobus.

10 villes ne possèdent que des tramways.

5 villes ne possèdent aucun service de transport organisé.

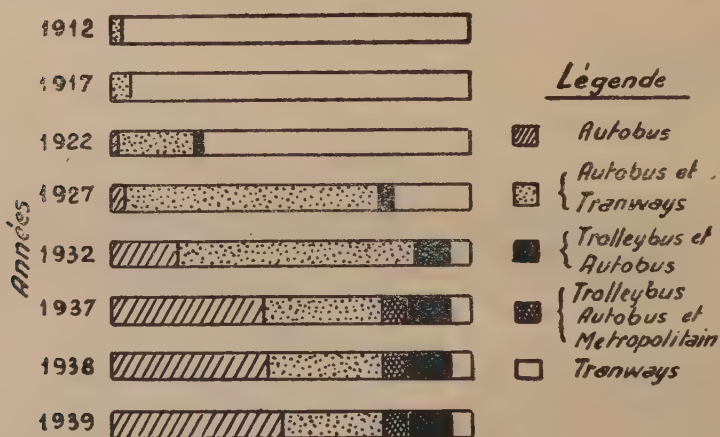
Des considérations précédentes, il ressort que c'est surtout dans les villes dont la population varie de 100.000 à 500.000 habitants que le trolleybus a pris le plus grand développement. C'est surtout dans les villes de moyenne importance que cette tendance s'est le plus marquée. Ces résultats sont confirmés par les chiffres qui suivent, qui montrent la progression de la longueur des routes électrifiées, de 1936 à 1939, pour chaque catégorie de villes classées d'après leur population (Tabl. 17).

Population	Longueur de routes électrifiées		Pourcentage d'accroissement
	Année 1936	1939	
500.000 ha	180 km.	282 km.	56 %
500.000 à 100.000 ha ..	900 km.	2.503 km.	178 %
100.000 à 25.000 ha ..	250 km.	376 km.	50 %

TABL. 17. — *Progression des routes électrifiées dans les grandes villes classées d'après leur population.*

Le développement de ce nouveau mode de transport a agi sur l'évolution des autres moyens de communication : d'abord entré en lutte avec le tramway, le trolleybus a commencé ces dernières années à concurrencer avantageusement l'autobus. Il est intéressant d'étudier les modifications qui se sont produites depuis 1912 dans la répartition des modes de transport dans les 376 villes des Etats-Unis comptant plus de 25.000 habitants.

On assiste, durant toute cette période, à un développement extrêmement rapide des véhicules montés sur pneus aux dépens des véhicules sur rails ; alors que ces derniers assuraient en 1927 près de 91 % du trafic total, en 1937 ils n'en assuraient plus que 62 % ; en dix années leur part dans le trafic global est tombé de près de 30 % (Tableau 18).



Tabl. 18: Evolution de la répartition des divers modes de transport de 1912 à 1939.

L'année suivante, en 1938, 160 nouveaux kilomètres de lignes de tramways furent désaffectés et remplacés par des autobus.

Depuis le moment où, pour la première fois, le trolleybus fut mis en service, il n'a cessé d'enlever aux autres modes de transport une partie de leur clientèle : alors qu'en 1938 leur part dans le trafic global atteignait déjà 2,5 %, l'année suivante elle s'élevait à 3 %.

La même année le trafic des autobus atteignait 29 % du total

alors que l'année précédente il n'avait été que de 27 %. Pour les véhicules montés sur rails, par contre, les statistiques indiquent une décroissance très nette : le métropolitain passe de 18 à 17,5 % du trafic total et le tramway de 51 à 49 %. Ces différents résultats sont résumés dans le tableau suivant (Tableau 19).

TABL. 19. — *Importance des différents modes de transport en % du trafic total.*

	1938	1939	Différence
Tramways	51	49	— 2
Métro	18	17,5	— 0,5
Autobus	27	29	+ 2
Trolleybus	2,5	3	+ 0,5

Voitures P. C. C.

Dans une étude sur les transports urbains aux Etats-Unis, il convient de signaler les efforts tentés par les exploitants et les constructeurs de tramways pour enrayer la disparition de ce mode de transport. Il y a quelques années ils décidèrent de fonder une société qui serait chargée d'étudier la question et de proposer les remèdes possibles. Le nombre de ses membres étant trop considérable, ils délèguèrent leurs pouvoirs à une assemblée plus réduite « The electric railways President's Conference Committee » qui ne comprenait que les Présidents des compagnies de tramways ; plus de 1 million de dollars furent mis à leur disposition par les exploitants et les constructeurs.

Après cinq années de recherches et d'expériences ils aboutirent aux conclusions suivantes :

Du point de vue économique, il est indispensable que les exploitations de tramways évoluent dans un sens logique en se spécialisant dans le service des lignes suburbaines, des lignes au trafic moyen, et des lignes de pénétration dans les agglomérations relativement peu éloignées d'un grand centre.

Du point de vue technique, il est indispensable d'unifier la construction des tramways en définissant les caractéristiques d'un certain nombre de prototypes.

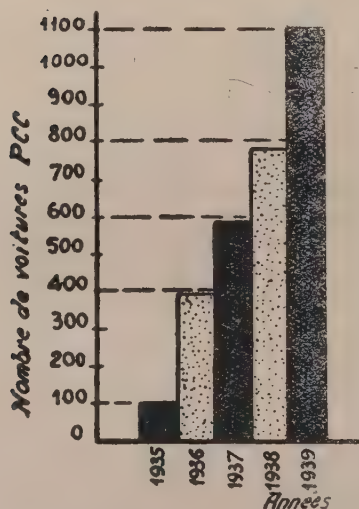
En même temps, le Comité présentait le nouveau véhicule, la

voiture P. C. C. dont, à l'avenir, les caractéristiques devaient être respectées par tous les constructeurs.

Cette unification a donné une vie nouvelle aux exploitations de tramways en leur permettant de réduire leurs dépenses d'établissement grâce à une diminution notable du prix de revient du matériel, due à la fabrication en série.

C'est ainsi que depuis 1936 on assiste aux Etats-Unis à une légère reprise du développement du tramway : alors que pour la période de cinq ans allant de 1931 à 1935, le nombre des commandes de tramways n'avait été que de 330, pour la période de quatre ans, 1936-1940, celui-ci a atteint 1400.

Quatorze grandes villes, depuis que Brooklyn a donné l'exemple en commandant cent voitures P.C.C., ont adopté ce véhicule pour leurs transports urbains. Parmi celles-ci on peut citer Washington, Chicago, Philadelphie et Boston.



**Tabl. 20: Développement
des voitures PCC**

Le graphique ci-contre. (Tabl. 20) montre le développement rapide de ce type de tramway, depuis sa création, en 1935.

A la fin de 1939 plus de 1.100 voitures P.C.C. étaient utilisées soit en service normal soit à titre d'essai dans quatorze villes des Etats-Unis.

De ce bref exposé sur la situation des transports urbains aux Etats-Unis il ressort que, même dans ce pays, producteur par excellence de pétrole, la traction électrique appliquée aux transports urbains prend, de jour en jour, une place plus importante.

L'ampleur du développement des trolleybus a été telle que seulement durant l'année 1936 le volume des commandes a égalé celui des six années précédentes : en 1940 l'effectif des trolleybus en service égalait presque celui de l'Angleterre, sur lequel il avait marqué jusqu'en 1935 un retard considérable.

Le tramway, grâce à l'œuvre du « President's Conference Committee » a pu dans bien des cas conserver quelque prestige ; ainsi en 1938, seulement 160 km. de ligne de tramways furent abandonnées, en faveur du trolleybus pour la majeure partie.

Il semble donc que le développement des véhicules électriques pour les transports urbains doive continuer à suivre l'évolution qui s'est marquée durant ces dernières années ; de 1934 à 1939 le pourcentage des véhicules électriques au nombre total des véhicules utilisés pour les transports urbains s'est élevé de 5 % à 26 %.

C'est surtout dans les villes de moyenne importance que ce développement a pris le plus d'ampleur ; de 1936 à 1940 la longueur des voies électrifiées s'est accrue de 170 % dans les villes de 100.000 à 500.000 habitants, alors que dans les villes où la population est supérieure à 500.000 ou inférieure à 100.000 habitants l'accroissement n'était que de 50 à 60 %.

Il est probable que devant les résultats obtenus et la faveur acquise par le trolleybus auprès du public, l'usage de ce mode de transport se développera de plus en plus aux Etats-Unis.

CHAPITRE II

Le trolleybus en Grande-Bretagne

A) LE DÉVELOPPEMENT DES TROLLEYBUS EN GRANDE-BRETAGNE.

C'est en Angleterre que le trolleybus a pris un développement tout à fait remarquable, bien que les premières réalisations aient été assez tardives ; de nombreuses entreprises fonctionnaient déjà en Europe que le trolleybus en était encore au stade de projet dans ce pays. Ce n'est qu'en 1911, que les essais commencés en 1908, permirent les premières réalisations pratiques. Le 20 juillet 1911 étaient inaugurés, simultanément à Leeds et à Bradford, les premiers réseaux de trolleybus anglais ; l'année suivante Rotherdam, puis en 1918 Mexborough, adoptent à leur tour le trolleybus, enfin en 1919 la Keighley Corporation suit leur exemple et commande des trolleybus d'origine étrangère.

Après la guerre le développement de l'industrie automobile, qui pendant toute cette période avait été englobée dans les industries nécessaires à la défense nationale, favorisa un essor remarquable des transports par autobus aux dépens de ceux par tramways.

En effet la remise en état des réseaux de tramways s'avérait, en raison de la hausse des prix de l'acier et de la main-d'œuvre, beaucoup trop onéreuse pour pouvoir être supportée par les municipalités ou les compagnies privées ; d'autre part la nécessité se faisait sentir de dégager les artères centrales de ce moyen de transport encombrant et lent alors que la circulation devenait de jour en jour plus intense ; enfin le désir pour les

compagnies de se dégager de l'obligation que la loi mettait à leur charge, d'entretenir une partie de la chaussée de part et d'autre de la voie contribua à l'abandon progressif du tramway.

Le développement des transports par autobus fit que, jusqu'en 1932, le trolleybus ne prit pas une grande extension ; seules quelques villes l'adoptèrent en remplacement de leur ancien réseau de tramways : Birmingham, Wolverhampton et Ipswich en 1922, West-Hartlepool en 1923.

En 1932 on comptait en outre une vingtaine d'autres villes utilisant le trolleybus, en partie ou en totalité, pour leur services de transports en commun.

A partir de cette date le développement du trolleybus s'avéra beaucoup plus rapide pour deux raisons :

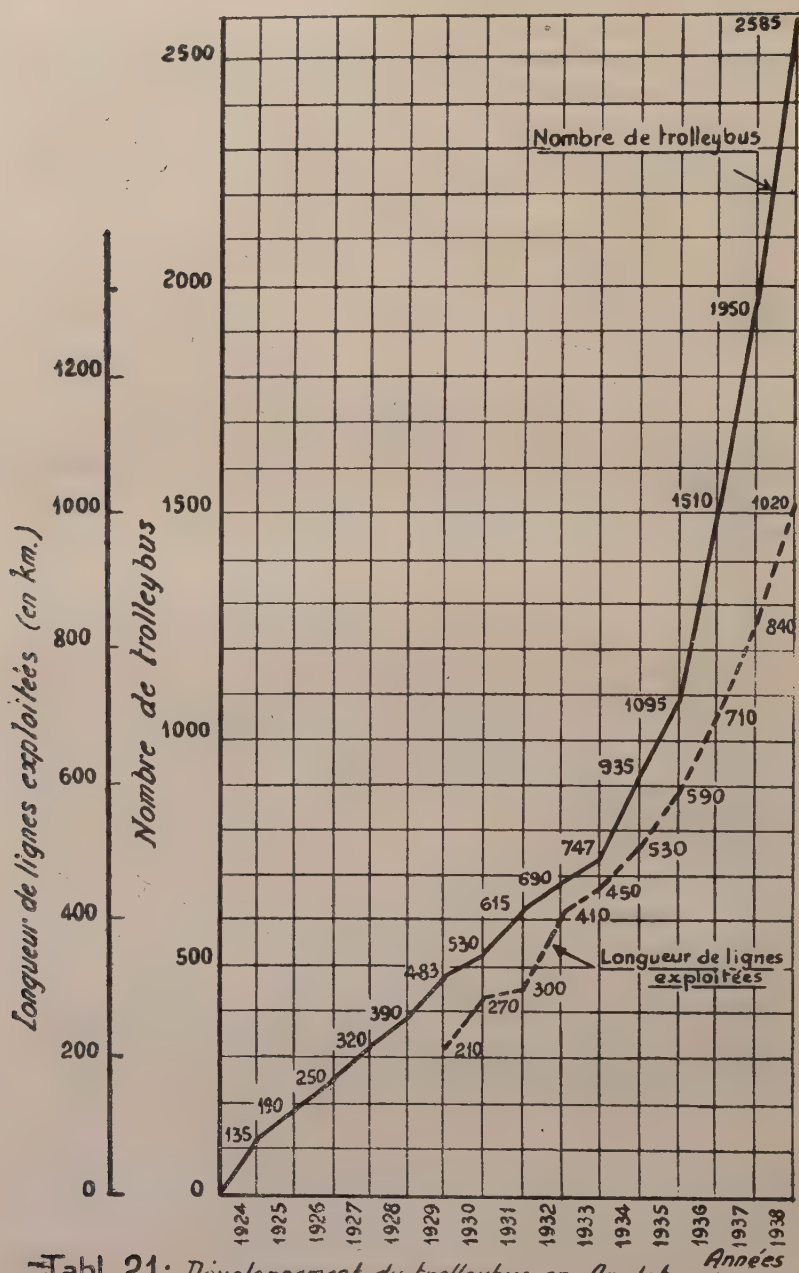
D'une part les motifs, qui déjà au lendemain de la guerre avaient poussé les municipalités à abandonner l'exploitation de leur réseau de tramways, se posaient avec plus d'acuité encore. La réfection des voies, en particulier, aurait entraîné des dépenses prohibitives.

D'autre part les entreprises de trolleybus qui fonctionnaient déjà mettaient en évidence les excellents résultats économiques présentés par ce mode de transport.

De 691 en 1932, le nombre des trolleybus en service passe à 1.095 en 1935, pour atteindre 2.585 à la fin de 1938.

Pendant la même période la longueur des lignes équipées suit une progression analogue, passant de 410 km. en 1932 à 590 en 1935, pour atteindre 1.020 km. à la fin de 1938. (Tabl. 21). Durant cette dernière année la distance totale parcourue par les trolleybus anglais a dépassé 145 millions de kilomètres ; pour s'imaginer ce que représente une telle distance, on n'a qu'à penser que ces kilomètres mis bout à bout représenteraient plus de 3.000 fois le tour du monde.

Ces différents résultats sont résumés dans le graphique suivant qui donne le nombre de trolleybus en circulation et la longueur de lignes équipées en Angleterre de 1924 à 1938.



Tabl. 21: Développement du trolleybus en Angleterre

A la fin de l'année 1938, 34 villes y compris la Capitale avaient adopté le trolleybus, en partie ou en totalité, pour leur service de transport en commun.

C'est ce que montre le tableau ci-après, extrait du journal « Transport World » qui donne le nombre de trolleybus en service et la longueur des lignes dans les différentes villes de la Grande-Bretagne pour l'exercice 1938. (Tableau 22).

Date de mise en service	Réseaux exploités par les Municipalités	Longueur de lignes autorisée (en mile)	En service	Nombre de trolleybus
Mars 1938	Belfast	3,25	—	14
Nov. 1922	Birmingham	—	10,4	78
Mai 1933	Bournemouth	30	19,75	104
Juin 1911	Bradford	83,1	34,75	136
	Brigton	14,98	—	44
Jui. 1937	Cleethorpes	2,3	2,3	13
Jan. 1926	Darlington	20,5	11,4	51
Jan. 1932	Derby	30,8	23,69	86
Août 1928	Doncaster	17,1	13,1	38
Oct. 1926	Grimsby	3,5	3,5	17
Déc. 1933	Huddersfield	—	36,85	125
Jui. 1937	Hull	15,9	7,5	46
Sept. 1923	Ipswich	26,5	21,0	80
Mai 1928	Maidstone	8,8	55,0	15
Mai 1938	Manchester	14,0	11,0	76
Oct. 1935	Newcastle	28,5	22,2	101
Avril 1927	Nottingham	38,3	23,2	125
Sept. 1930	Pontypridd	6,2	3,3	9
Août 1934	Portsmouth	19,2	19,2	100
Jui. 1936	Reading	20,2	11,7	6
Oct. 1912	Rotherham	33,9	18,7	61
Jui. 1927	Saint-Helens	23,4	19,2	55
Oct. 1925	Southend	11,7	5,6	20
Oct. 1936	S. Shields	14,12	12,87	35
Nov. 1919	Tees-Side	5,8	5,8	13
Jui. 1931	Walsall	25,5	9,0	21
Fév. 1924	W. Hartlepool	20,9	8,2	24
Oct. 1923	Wolverhampton	61,5	41,0	124
Réseau exploité par un public Board				
Mai 1931	Londres	355,5	198,0	1.026

		Réseaux exploités par des Compagnies privées		
Avril 1928	Hastings	23,0	22,3	58
Déc. 1932	Llanelly	13,7	8,3	20
Août 1915	Mexborough	13,5	12,63	36
Jan. 1932	Notts. et Derbyshire	22,6	22,6	33
Août 1930	Saint-Lancs	31,0	27,0	59

TABL. 22. — *Situation du développement du trolleybus en Grande-Bretagne à la fin de l'année 1938 (1)*

Ce tableau nous montre qu'à l'exemple de la Capitale de nombreuses villes ont développé, à une échelle correspondant à leur population, l'utilisation du trolleybus pour les transports urbains. Depuis Ipswich avec 7.000 habitants jusqu'à Londres, en passant par Maidstone avec 40.000 habitants, Saint-Hélens avec 106.000, Newcastle avec 300.000 et enfin Birmingham avec 1 million, 34 villes au total ont adopté ce mode de transport.

De ce tableau, on peut également tirer quelques renseignements sur les divers modes de gestion adoptés pour l'exploitation des services de transport en commun en Angleterre.

Pour les tramways et les trolleybus le régime d'exploitation le plus répandu est celui de la régie directe ; les autorités locales se chargent des travaux d'établissement et gèrent, elles-mêmes, l'entreprise par l'intermédiaire de leurs propres agents ; propriétaires des installations elles perçoivent les taxes et supportent toutes les dépenses.

Sur les 34 villes qui ont adopté le trolleybus, on en compte 28 exploitant en régie, 5 par l'intermédiaire d'une société concessionnaire et enfin une, la Capitale, dotée d'un régime spécial. Tous les services de transport sont placés sous la direction et le contrôle d'un « Public board », organisme complexe tenant à la fois du système capitaliste et socialiste (2).

(1) Pour notre étude nous avons souvent donné la préférence aux statistiques de l'année 1938 vis-à-vis de celles de 1939, les résultats d'exploitation de la plupart des entreprises de transport ayant été perturbés par l'entrée en guerre de la Grande-Bretagne.

Signalons d'autre part que le gouvernement anglais a décidé de suspendre à partir de 1940 la publication des statistiques officielles du Ministère des transports.

(2) Voir sur cette question : *Transports publics à Londres. Gestion unique et socialisation* par Noël MONOD.

Si l'on envisage la longueur des lignes exploitées, on constate que 55 % du total sont sous le contrôle des municipalités, 1/3 environ sous celui du « London Passenger Transport Board » et enfin 15 % seulement sous le contrôle de compagnies indépendantes.

*Evolution des divers modes de transports de surface
en Grande-Bretagne*

Nous avons signalé qu'à la fin de la guerre de 1914-1918 les tramways avaient été abandonnés progressivement tout d'abord en faveur des autobus puis plus récemment en faveur des trolleybus.

Cette dernière évolution a commencé dans les petites villes et les entreprises privées de peu d'importance qui exploitaient par exemple un réseau à voie unique ; puis ce fut le tour des villes de moyenne importance ; aujourd'hui enfin ce mouvement gagne les grandes villes.

La décision prise par le « Board » de Londres de supprimer toutes les lignes de tramways dans la zone soumise à son contrôle n'a fait qu'accentuer cette tendance et confirmer l'opinion de bien des gens qui, en Angleterre, estimaient que, dans les conditions actuelles de la vie moderne, le tramway était un moyen de transport suranné, appelé à disparaître progressivement de l'intérieur des villes, sauf dans quelques cas exceptionnels où des conditions particulières permettent la continuation de leur exploitation. Tel est le cas, en particulier de Glasgow, Liverpool et Edinbourg qui restent fidèles à ce mode de locomotion.

C'est ainsi que de 1924 à 1938, 61 municipalités et 48 compagnies indépendantes ont abandonné leur exploitation de tramways. Dans ces conditions le nombre de ces véhicules en circulation et celui des voyageurs transportés ont subi une chute très nette ; de 12.767 tramways en 1931, ce nombre tombe à 10.447 en 1935, pour atteindre 8.875 à la fin de 1938 ; pendant cette période le trafic tombe de plus de 4 milliards de voyageurs en 1931 à environ 3 milliards en 1938, soit une chute de trafic de plus de 25 %.

Jusqu'en 1933 leur remplacement fut surtout assuré par des autobus à moteur thermique, mais à partir de cette date leur

nombre reste sensiblement constant : de 46.476 en 1931, ils passent à 49.655 en 1938. Le trolleybus, au contraire, à partir de 1933 prend une place de plus en plus grande dans les systèmes de transports urbains puisque de 691 en 1932, l'effectif des voitures en service passe à 2.585 à la fin de 1938, soit un accroissement de 274 % alors que celui de l'autobus n'avait été que de 6 % pour la même période.

C'est ce que montre le tableau suivant qui résume la situation respective des divers modes de transport dans l'ensemble des villes anglaises au début de l'année 1939 (Tableau 23).

TABLE. 23. — *Données d'exploitation des différents modes de transport dans l'ensemble des villes anglaises au 31 décembre 1938.*

	Longueurs des lignes (en mile)	Nombre de véhicules	Voyageurs transportés (en million)	Véhicules- miles (en millier)
TRAMWAYS				
Entreprises exploitées par des Municipalités	923	6.825	2.247	190.205
L. P. T. B.	175	1.668	701	74.553
Entreprises exploitées par des Compagnies indé- pendantes	85	382	111	10.541
Total.....	1.183	8.875	3.059	
TROLLEYBUS				
Entreprises exploitées par des Municipalités	352	1.359	433	39.811
L. P. T. B.	198	1.026	368	35.385
Entreprises exploitées par des Compagnies indé- pendantes	94	200	64	7.421
Total.....	644	2.585	865	
AUTOBUS				
Entreprises exploitées par des Municipalités	—	8.431	2.040	263.085
L. P. T. B.	2.486	6.386	2.167	286.924
Entreprises exploitées par des Compagnies indé- pendantes	—	34.838	2.621	928.071
Total.....		49.655	6.828	

*Dispositions légales sur la construction
et la circulation des trolleybus en Grande-Bretagne*

Le développement des trolleybus en Angleterre ne peut se comprendre pleinement que si l'on a présentes à l'esprit les grandes lignes de la réglementation du Ministère des Transports qui a eu de nombreuses répercussions sur la conception des véhicules et les progrès réalisés dans leur technique.

Les arrêtés autorisant la construction de lignes de trolleybus prévoient un cahier des charges qui, en général, soumet la forme, la construction, le poids et les dimensions des voitures à une approbation du Ministre des Transports. Aucune voiture ne peut être mise en circulation si elle ne répond aux prescriptions officielles.

Un mémorandum du Ministère des Transports indique la procédure à suivre pour obtenir cette approbation et les conditions générales auxquelles doivent répondre les véhicules ; en particulier, aucune ligne de trolleybus ne peut être ouverte au public tant qu'elle n'a pas été contrôlée et agréée par un délégué du Ministre.

Enfin le Ministère des Transports fixe les normes de chaque catégorie de trolleybus ; on trouvera les principales ci-après.

Véhicules à deux essieux

— Largeur maximum	2,28 mètres
— Longueur »	7,92 »
— Hauteur »	4,82 »
— Poids »	11 tonnes

Véhicules à trois essieux

— Largeur maximum	2,28 mètres
— Longueur »	9,14 »
— Hauteur »	4,82 »
— Poids »	13,5 tonnes

Ces dimensions hors-tout sont les maxima autorisés.

Quant à la sécurité, un certain nombre de conditions sont requises pour qu'un trolleybus puisse être autorisé à circuler. D'une part la stabilité du véhicule doit être telle que chargé

avec l'équivalent du poids du nombre total de voyageurs sur l'impérial seul, il puisse être incliné de 25 degrés sans se renverser. Pour cette expérience il faut prévoir un poids de 140 pounds (63,5 kilogrammes) par personne transportée. D'autre part, la voiture doit être munie au moins de deux systèmes de freinage indépendants et efficaces. Enfin des précautions spéciales doivent être prises pour préserver les usagers contre les dangers de décharges électriques éventuelles dans le cas de carrosseries métalliques. De toutes façons la main courante et les marche-pieds de montée et de descente doivent être construits en une matière non conductrice ou recouverte d'une matière isolante.

En ce qui concerne la circulation, les trolleybus doivent répondre à un certain nombre de conditions dont la plus importante est relative au rayon de braquage des véhicules. Les voitures dont la longueur ne dépasse pas 7,80 mètres doivent pouvoir tourner, dans les deux sens, dans un cercle de 9 mètres de rayon ; les voitures qui excèdent cette longueur doivent pouvoir exécuter la manœuvre dans une circonférence ne dépassant pas 9,90 mètres de rayon.

Au point de vue de l'exploitation, les règlements, qui varient d'une municipalité à une autre, imposent aux entreprises de trolleybus des restrictions quant au nombre de voyageurs debout, parfois draconiennes, quand on les compare à celles des tramways ; aussi les exploitants ont-ils essayé d'obtenir du gouvernement l'unification de ces mesures ; en particulier ils ont demandé l'application générale du règlement en vigueur dans certaines localités, permettant des voyageurs debout, dans la limite de la sécurité, à l'étage inférieur des trolleybus.

Signalons enfin, qu'une législation très stricte règle la question des impositions. Dans l'établissement de leur prix de revient les exploitations doivent tenir compte des taxes sur les trolleybus dont le tarif en 1939 était le suivant.

Nombre de places assises	Droit de licence par an (en livres)
— de 26 à 32	57.12.0
— de 32 à 40	67. 4.0
— de 40 à 48	76.16.0
— de 48 à 56	86. 8.0
— de 56 à 64	96. 0.0

Plus de 64 places :

— pour les 64 premières places	96. 0.0
— pour chaque place en plus de 64	1. 4.0

Mais ce mode de taxation présente l'anomalie d'imposer également une voiture de 53 et de 56 places par exemple ; aussi en 1939 une demande a-t-elle été déposée auprès du Trésor afin de modifier la base d'imposition. La taxe payable serait établie d'après le nombre réel de places assises et non plus sur une base forfaitaire.

* De cette étude on peut tirer les conclusions suivantes. D'une façon générale le tramway tend à disparaître ; il a tout d'abord été remplacé par les autobus, mais depuis ces dernières années le trolleybus semble devoir le supplanter. La perte de faveur de l'autobus tient à ce que certains exploitants regrettent l'abandon du tramway en raison des organes plus compliqués qu'implique l'utilisation de l'autobus et de la plus grande variété de pièces de rechange qu'ils sont obligés de conserver en stock. Les trolleybus, par contre, se répandent de plus en plus, car ils apportent aux exploitants une solution qui concilie les avantages du tramway par son mode de traction, et de l'autobus par sa mobilité : ce mode de transport accélérera encore dans l'avenir la disparition du tramway car, à la fin des hostilités, le problème de la réorganisation des transports urbains et surtout celui de la reconstruction des réseaux détruits par les bombardements se poseront et conduiront, pour des raisons d'économie de matières premières et d'approvisionnement, à l'adoption du trolleybus.

B. — Le développement des trolleybus à Londres

Le développement du trolleybus est tout particulièrement intéressant à étudier à Londres parce qu'elle est la première des grandes villes qui l'ait adopté et qui l'ait développé à une très grande échelle.

En un laps de temps relativement très court, de 1933 à 1939, le « London Passenger Transport Board » a réalisé un réseau de trolleybus, le premier du monde tant par l'audace de ses conceptions que par l'importance de son trafic. Durant cette période la longueur du réseau de trolleybus est passée de 28 kilo-

mètres à 377 kilomètres et son trafic annuel de 11 millions de voyageurs à 570 millions.

Les problèmes qui se posent pour l'organisation des transports dans une ville comme Londres sont dominés par deux considérations : d'une part, l'insuffisance des voies de communication, d'autre part le nombre d'individus à transporter. La première tient au fait que les artères principales se sont développées au fur et à mesure des besoins, sans aucun plan d'ensemble ; aussi la question est-elle complexe d'organiser un réseau de transports en commun de surface dans le centre de Londres où les rues sont d'une largeur bien insuffisante pour répondre aux besoins de la circulation.

La deuxième considération tient au nombre de voyageurs à transporter ; si l'on songe que Londres, avec sa banlieue immédiate, comprend plus de 9 millions d'habitants, dont une grande partie se rend chaque jour ; presque à la même heure, dans le centre de la ville, on imagine difficilement la « capacité de transport » qu'il faut mettre à la disposition du public.

Un facteur cependant facilite l'organisation des transports à Londres qui ne se rencontre qu'à une échelle moindre dans les autres capitales : c'est la dispersion de la population. Une telle situation ne se retrouve qu'à New-York ; c'est ainsi que si l'on compare la concentration de la population dans les grandes capitales, on constate que dans un domaine annulaire compris entre les cercles de 5 et 15 kilomètres de rayon, la population s'élève à 5 millions à New-York et à 3, 7 millions à Londres contre seulement 2 millions environ à Paris et à Berlin. Dans le centre, par contre, dans un domaine circulaire compris entre 0 et 5 kilomètres, la population atteint 2,9 millions à Paris contre seulement 2,65 millions à Londres, 2 millions à Berlin et 1,5 million à New-York (1).

Aussi Londres est-il loin de connaître les difficultés dues à une concentration extrême de la population dans les quartiers centraux : les transports en surface peuvent y être relativement plus importants qu'à Paris ; en 1938 ceux-ci étaient assurés par 6.386 autobus, 1.668 tramways et 1.026 trolleybus, soit au total 9.080 véhicules qui ont transporté 3.286 millions de voyageurs, alors que pour la même année les chiffres relatifs à Paris n'at-

(1) Voir Introduction, page 12.

teignent que 3.700 pour les autobus et seulement quelques unités pour les tramways.

C'est en 1931 que fut mise en service à Londres la première ligne de trolleybus ; à cette époque les transports en commun de surface étaient assurés uniquement par les autobus et les tramways qui se partageaient le trafic ; les premiers avec 4.450 véhicules desservaient 1.829 km. de ligne et les seconds avec 2.500 voitures, 500 km.

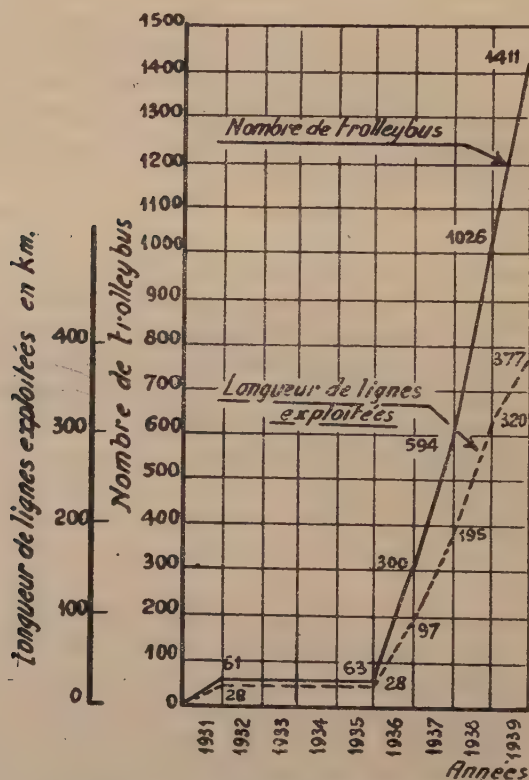
La construction d'une ligne de trolleybus fut envisagée pour la première fois en 1930 par une compagnie indépendante de transport : les voies de roulement du réseau de tramways qu'exploitait cette compagnie, la « London United Tramways », étaient hors d'usage et réclamaient une réfection complète. Les études entreprises à ce sujet montrèrent l'avantage qu'il y aurait à abandonner l'ancien mode de locomotion et à le remplacer par un nouveau qui avait déjà fait ses preuves dans certaines villes de Grande-Bretagne : le trolleybus. D'après ces projets, une telle transformation devait entraîner une économie de 40 millions de francs sur les dépenses qu'auraient entraîné la remise en état du réseau de tramways. Devant ces résultats, la « London United Tramways » décida de tenter un essai, mais estimant que celui-ci ne pouvait être concluant que s'il portait sur une longueur de ligne suffisante, la compagnie réalisa une installation de 25 km. desservie par 60 trolleybus ; cette ligne, qui allait de Twickenham-junction à Teddington, fut inaugurée le 16 mai 1931 ; les premiers résultats d'exploitation furent excellents : pour les huit derniers mois de 1931, le revenu net par voiture et par kilomètre parcouru s'éleva à 1.088 francs alors que pendant l'année précédente, celui-ci n'avait atteint que 543 francs sur les lignes de tramways qui avaient été remplacées par des trolleybus.

Il faut cependant attendre quelques années pour voir le trolleybus entrer dans sa phase de plein développement. Ce n'est qu'en 1933, lorsque l'ensemble des transports de la région de Londres passa sous une autorité commune, le « London passenger transport board », que ce mode de locomotion fut définitivement adopté. En juin 1934, l'autorisation, demandée l'année précédente au Parlement, d'adapter 145 km. de lignes de tramways à la marche par trolleybus, était accordée au « Public Board » ; peu après une nouvelle autorisation était accordée

pour 95 km. de lignes supplémentaires. Finalement ce fut l'autorisation de transformer l'ensemble du réseau de tramways qui fut demandée par le Board et accordée par le Parlement.

Le 27 octobre 1935 était inaugurée la première extension au réseau initial de trolleybus ; rien que pendant l'année 1936 l'effectif de véhicules en service passe de 63 à 300 et la longueur des lignes équipées de 28 à 97 km. Le trafic suit une progression analogue : de 28 millions de voyageurs transportés en 1935, le trafic s'élève à 69 millions l'année suivante.

A partir de cette époque, le mouvement ne fit que s'accroître ; chaque année le Board procéda au remplacement progres-



Tabl. 24 Développement du trolleybus à Londres

sif d'une partie de ses lignes de tramways ; la transformation ne portait pas seulement sur les lignes de la banlieue de Londres mais aussi sur certaines qui traversaient le cœur même de la ville ; c'est ainsi que l'une d'entre elles emprunte les quais de la Tamise (Victoria Embankment).

De 1936 à 1939 le réseau de trolleybus passe de 97 km. à 377 km. et l'effectif de voitures en circulation de 300 à 1.411 (Tabl. 24).

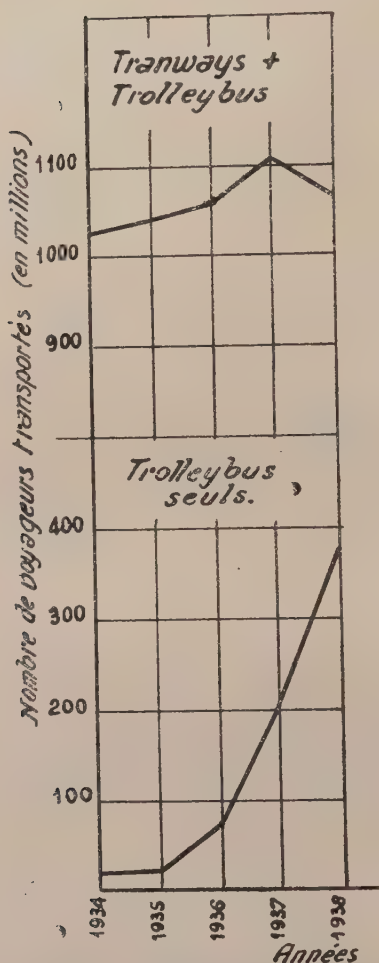
Un tel développement ne fut possible que grâce à un accroissement parallèle du trafic. A l'origine ce fut l'installation de cette nouvelle commodité de transport qui attira le trafic. Aujourd'hui, au contraire, c'est l'accroissement de celui-ci qui favorise le développement du trolleybus. Le nombre de voyageurs transportés s'est accru beaucoup plus rapidement que le nombre de véhicules mis en circulation ou que le nombre de kilomètres de lignes équipées. C'est ainsi que de 1936 à 1939 le trafic s'est accru de 700 % alors que le parc ne s'élevait que de 370 % et la longueur du réseau de 288 %.

La réalisation complète du programme de modernisation des transports londoniens entraînera la mise en service de 2.700 trolleybus.

Evolution des divers modes de transport de surface à Londres

La principale victime du développement du trolleybus est évidemment le tramway, puisque le « London passenger transport Board » a décidé de le supprimer complètement de son système de transports.

Si l'on envisage le développement respectif des divers modes de transport en surface, on constate que, durant ces dernières années, la progression du trafic des autobus est restée très faible



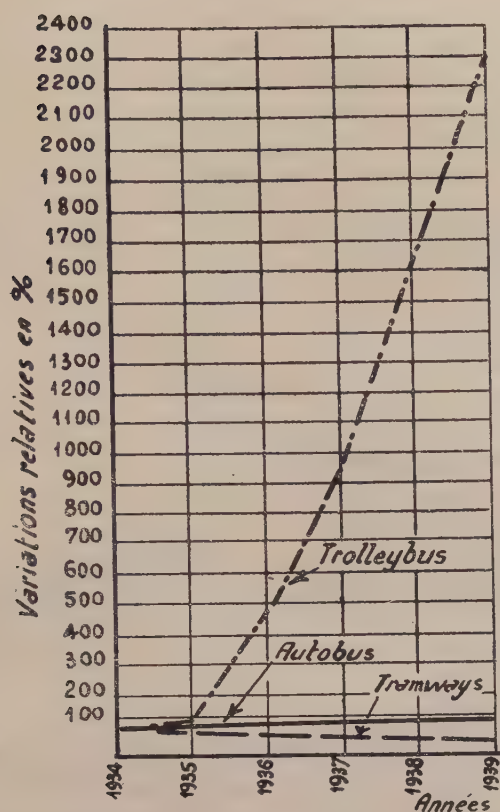
Tabl. 25. *Nombre de voyageurs transportés par année.*

contraire celui des trolleybus est intense.

C'est ce que mettent en évidence les deux ensembles de courbes figurées ci-après relatifs, le premier à l'effectif de véhicules en circulation (Tabl. 26) ; le second à la longueur des lignes exploitées par le « London Passenger Transport Board » pour le service des transports en surface (Tabl. 27).

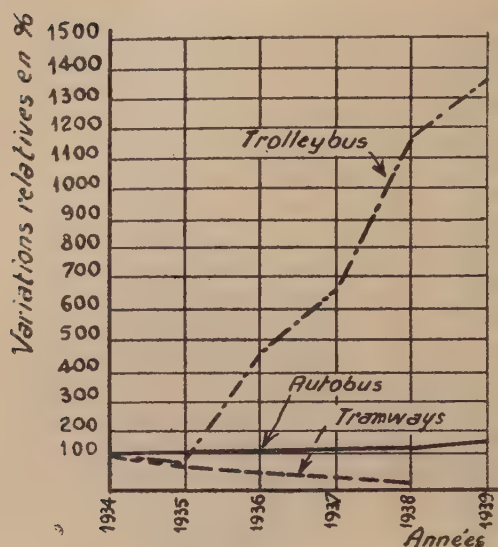
et que celle des trolleybus fut intense, se produisant d'ailleurs presque entièrement au dépens du tramway. C'est ce que montre le graphique ci-joint qui donne, depuis 1935, le nombre de voyageurs transportés par les trolleybus et par l'ensemble trolleybus - tramways (Tabl. 25).

L'effectif des voitures en circulation et la longueur exploitée suit une évolution analogue : de 2.560 en 1934, le parc de tramways n'est plus que de 1.668 en 1938. Les autobus ne profitent guère de cette perte de trafic qui est entièrement absorbée par les trolleybus. L'accroissement de leur effectif reste très faible alors qu'au con-



Années	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Nombre de:	Trolleybus					
	61	63	300	594	1026	1411
	Tramways					
Autobus	2560	2473	2323	2060	1868	1316
	5976	5975	6298	6454	6326	6389

Tabl.26: Variations relatives en % du nombre de véhicules: Trolleybus, Tramways et Autobus (base 100 en 1934).



Années		1934	1935	1936	1937	1938	1939
Longueurs en km.	Trolleybus	28	28	97	195	320	377
	Tramways	532	522	463	367	280	
	Autobus	3833	3916	3940	3953	3987	4020

Tabl.27 : Variations relatives en % des longueurs de lignes exploitées par : Trolleybus, Tramways et Autobus. (base 100 en 1934).

Le Board dans sa politique de modernisation des transports, à l'opposé de celle suivie à Paris par la S.T.C.R.P. qui a systématiquement remplacé tous les tramways de la capitale par des autobus, a jugé préférable d'utiliser les installations existantes des réseaux de tramways en les adaptant à une exploitation par trolleybus ; il a ainsi réalisé des économies importantes sur les dépenses d'établissement résultant de la réutilisation des centrales, des sous-stations électriques et de l'infrastructure de la ligne aérienne.

Il est-à craindre que les bombardements aériens, qui pendant une période ont désolé la capitale anglaise, n'aient quelque peu désorganisé le système des transports en commun.

Les autobus ayant été réquisitionnés par l'autorité militaire, seuls les trolleybus, à l'heure actuelle, sont susceptibles d'assurer les transports en surface. Mais ce mode de locomotion présente par rapport à l'autobus de sérieux désavantages en période de guerre : la ligne de contact, par son montage à plusieurs mètres au-dessus du sol et par sa grande longueur présente au souffle des bombes une « surface d'attaque » extrêmement grande ; une fois l'alerte passée, l'autobus qui n'aura pas été atteint pourra immédiatement reprendre son service dans les rues non endommagées, alors que le trolleybus, bien qu'intact lui aussi, pourra rester immobilisé dans une rue non détériorée si une partie de la ligne servant à son alimentation a été détruite en un point, même éloigné.

Les autobus possédant une complète liberté de mouvement peuvent circuler sur n'importe quelle route, ce qui en temps de guerre permet d'assurer les évacuations et les services sanitaires.

Les défenseurs du trolleybus font, par contre, ressortir que les véhicules électriques possèdent, sur ceux à moteurs à explosion, l'immense avantage d'utiliser une énergie d'origine nationale, et d'être libérés de la tutelle étrangère quant aux importations de pétrole.

La fin de la guerre nous permettra de savoir si ce mode de locomotion a répondu aux espoirs que ses défenseurs mettaient en lui pour les périodes d'hostilités.

Cependant on peut, dès maintenant, prévoir qu'à la fin de la guerre le trolleybus continuera à se développer à un rythme au moins égal à celui de la période 1935-1939. Il est probable, en effet, que la question de l'amortissement du matériel existant, qui bien souvent empêchait les municipalités de transformer leur matériel encore en bon état, se trouvera, dans bien des cas modifiée, celui-ci ayant été endommagé et quelquefois même détruit par les bombardements.

En particulier à Londres la nécessité de reconstruire rapidement un système de transports en commun donnera sans doute un essor nouveau au trolleybus.

CHAPITRE III

Le trolleybus en Italie

C'est en 1903 que le trolleybus a été pour la première fois utilisé en Italie sur le parcours Pescara-Castellamare. Le service était assuré par des véhicules tout à fait primitifs, à bandages pneumatiques pleins et propulsés par deux moteurs de douze chevaux commandant chacun une roue arrière.

L'année suivante, une nouvelle ligne était ouverte au public entre Gallarate et Samarate ; signalons que le système adopté pour la prise de courant était celui que Lombard-Gérin avait expérimenté en 1900 à l'annexe de l'Exposition de Paris.

Jusqu'à la guerre de 1914-1918, dix installations de trolleybus furent réalisées en Italie ; le tableau suivant en donne les caractéristiques (Tableau 28).

TABL. 28. — *Installations de trolleybus réalisées avant la guerre de 1914 en Italie*

Lignes	Date de la mise en service	Longueur exploitée (en km)
Pescara-Castellamare	1903	1,4
Gallarate-Samarate	1904	4
Exposition de Milan	1906	3
Spézia-Portovenere	1906	14
Aquila	1906	6
Siéna	1907	7
Ivrea-Cuorgne	1908	24,4
Cuneo-Chiusa-Pesio	1911	16,1
Alba-Barolo	1912	18
Argegno-Lanzo d'Intelvi	1912	20

Pendant la durée des hostilités se développa un certain nombre de lignes de trolleybus, établies pour le compte de l'autorité militaire ; ce sont celles de :

— Marostica-Asiago	35 km.
— Tirano-Bormia	45 km.
— Edolo-Ponte di Legno	20 km.
— Primolano-Enego	25 km.

Mais dans les années qui suivirent, la plupart de ces exploitations furent abandonnées ainsi que celles qui avaient été créées avant la guerre, à l'exception toutefois des lignes de Cuneo et Ivrea qui sont encore en service à l'heure actuelle.

Jusqu'en 1926 on ne constate aucun progrès dans le développement de ce mode de transport ; trois nouvelles lignes furent bien créées, mais elles n'eurent qu'une durée éphémère.

A partir de cette époque, au contraire, apparaissent des conditions favorables au développement du trolleybus : d'une part, la nécessité de décongestionner les artères centrales des villes et, d'autre part, l'adoption par le gouvernement italien d'une politique d'autarcie économique.

Par la suite, la supériorité du trolleybus sur les véhicules à moteur thermique s'est manifesté encore davantage lorsque le système des sanctions, décrété par la Société des Nations, fut appliqué à l'Italie et réduisit dans des proportions importantes les importations de pétrole.

C'est la ville de Vicence qui ouvre cette période en mettant en service une ligne de trolleybus desservie par trois voitures. Mais ce n'était qu'un essai et bien timide, les véhicules n'étant que d'anciens autobus à accumulateurs transformés pour pouvoir capter le courant d'une ligne aérienne au moyen de trolleys.

Devant les excellents résultats obtenus, dès les premières années d'exploitation, la ville de Vicence passa commande de matériel neuf, construit d'après les principes les plus récents de la technique. A l'heure actuelle son réseau comporte trois lignes d'une longueur totale de 6 km. desservi par douze trolleybus.

Au début de 1931 la ville de Turin adopte, à son tour, ce mode de locomotion. « L'Azienda Tramviaria Municipale » décide la création d'une ligne de trolleybus de 2 km. de longueur, en

remplacement de la ligne d'autobus qui desservait Ponte del Gatto et Cavoretto.

Par la suite, ces premières exploitations, notamment celle de Turin, devaient servir de modèles aux nombreuses entreprises qui les imitèrent.

En 1933 eu lieu l'inauguration de la ligne de trolleybus de Venise à Mestre d'une longueur de 10 km. L'historique des trac-tations qui précédèrent son adoption est intéressant à étudier car, si en définitive le trolleybus fut adopté, ce ne fut qu'après avoir brisé de nombreuses résistances d'ordre économique et financier.

Jusqu'en 1933, Venise n'était reliée à la terre que par un pont de chemin de fer de 4 km. de longueur, construit en 1846 sous la domination autrichienne. Mais avec le développement considérable pris par l'automobile après la guerre, la nécessité se fit de plus en plus sentir de relier Venise à la terre par un pont utilisable par les automobiles. Il fallut cependant attendre 1930 pour que puisse être surmontée l'opposition des artistes et d'une grande partie de la population de Venise. L'année suivante, grâce à l'énergie du Podestat de la ville et à la forte impulsion du gouvernement italien désireux de développer son réseau routier, fut décidé la construction d'un pont-route accolé au pont de chemin de fer. Deux années plus tard avait lieu l'inauguration du Ponte Littorio de près de 4 kilomètres de longueur.

Le problème se posait alors d'assurer les transports de voyageurs entre Venise, Mestre et le port de Marghera qui avait pris une grande extension du fait de sa situation aux environs des chantiers navals et des aciéries de Venise. Les données de ce problème étaient complexes car il s'agissait pour les pouvoirs publics de déterminer le système de traction susceptible d'assurer, dans les meilleurs conditions économiques, le transport journalier d'environ 12.000 voyageurs avec des pointes horaires normales de trafic de 1.000 et exceptionnelles de 1.500 voyageurs. Au point de vue de l'exploitation le tramway, qui aurait parfaitement répondu à de telles densités de trafic, ne fut pas adopté en raison des dépenses trop considérables d'établissement et de l'encombrement causé sur la voie publique par l'installation des rails. Le trolleybus, par contre, qui dans les conditions de service imposées, était, d'après les projets,

plus économique que le tramway et l'autobus, et qui de plus présentait l'immense avantage sur ce dernier mode de locomotion, d'utiliser une énergie d'origine nationale, s'est imposé aux pouvoirs publics. La ligne fut inaugurée le 25 avril 1933 ; elle partait de la « Piazzale Roma » à Venise et aboutissait au canal Salso à Mestre.

Ce mode de transport fut accueilli avec enthousiasme par la population qui, à l'origine, lui avait été dans sa majorité fort hostile. Dès le premier mois d'exploitation le nombre de voyageurs transportés a dépassé 6.000 par jour, avec des maxima de 14.000 bien que les autres modes de locomotion, qui autrefois assuraient seuls la liaison entre Venise et la terre ferme (chemins de fer et bateaux) aient continué à fonctionner.

En 1934 la ligne fut prolongée jusqu'au port de Marghera et à Carpenedo portant ainsi à 13,7 kilomètres la longueur totale du réseau.

Le 28 octobre de la même année « l'Azienda Tramviaria Municipale » de Milan créait sa première ligne de trolleybus ; celle-ci d'une longueur de plus de 4 kilomètres allait de Loreto à Dergano. Devant les premiers résultats obtenus, la Municipalité portait bientôt à 19 l'effectif de son parc de trolleybus ; en 1936 la longueur du réseau s'élevait à 10 kilomètres, le nombre de véhicules en service atteignant 32 unités. Cependant en 1938, ce mode de transport n'avait pas pris un grand développement et la suprématie restait aux tramways avec 900 voitures en circulation sur 300 kilomètres de lignes.

Puis c'est la ville de Livourne, qui en 1935 adopta le trolleybus pour ses transports urbains ; l'année suivante son réseau, desservi par 35 voitures, s'étendait sur 34 kilomètres.

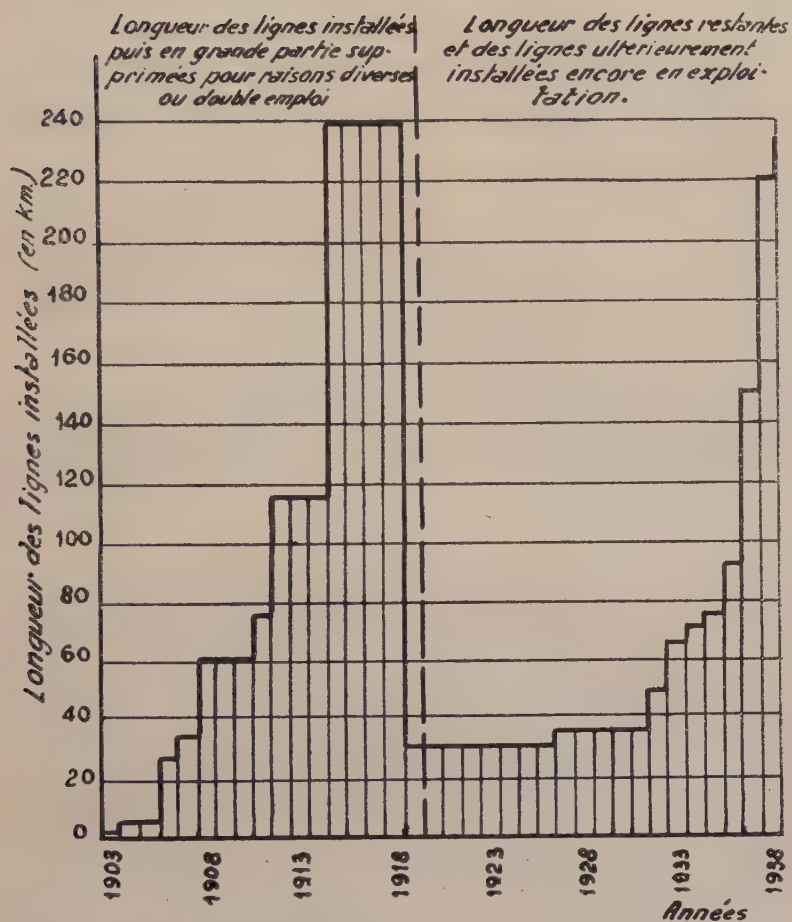
Toujours en 1935, une ligne fut mise en service à Brescia à titre expérimental ; les résultats satisfaisants procurés par ce nouveau mode de locomotion incitèrent les autorités locales à le substituer aux tramways sur un certain nombre d'autres lignes.

L'année 1937 marque une date historique dans le développement des trolleybus en Italie. C'est le 8 janvier, en effet, que la première ligne « filoviaire » de Rome fut inaugurée par le chef de l'Etat en présence d'une foule enthousiaste. Le programme de modernisation des transports, établi par « l'Azienda Tramvie e autobus del Governatore di Roma » prévoyait le

développement des trolleybus dans les faubourgs de la capitale en remplacement d'un certain nombre de lignes d'autobus et de tramways. Pour ce dernier mode de locomotion en particulier, le doublement de la voie, rendu indispensable par l'accroissement du trafic, aurait été extrêmement onéreux et très difficile à réaliser. A la fin de 1938 l'effectif de trolleybus en service s'élevait à 160 unités.

Les résultats obtenus, après seulement ces deux années d'exploitation, montrent combien une sage politique de transport peut facilement donner des résultats positifs ; alors qu'en 1933 la Société des transports en commun de Rome avait consommé plus de 10 millions de litres d'essence, en 1938 sa consommation était tombée à près de 1 million de litres et on pouvait prévoir pour 1939 une suppression complète de toute commande d'essence grâce au développement des trolleybus et des tramways ainsi que des véhicules à gaz de ville et à gaz de bois. Cette transformation a permis au gouvernement italien de réaliser une économie de 1 million de lires-or sur ses achats de produits pétroliers à l'étranger. Pendant cette période, au contraire, le rendement des centrales électriques de la capitale s'est considérablement amélioré, la consommation d'énergie par les tramways et par les trolleybus s'étant élevé respectivement à 63 millions de kwh et à 20 millions de kwh.

Jusqu'à la veille de la guerre de 1940, de nouvelles extensions et créations de lignes eurent lieu dans toute l'Italie : à Mestre, à Florence, à Turin, à Padoue, à Ferrare, à Gênes, etc... C'est ce que montre le graphique suivant, qui précise le développement des trolleybus en Italie de 1903 au début de l'année 1939. (Tableau 29).



Tabl. 29: Développement des trolleybus en Italie

Lignes	Longueur exploitée (en km)
Turin	4,88
Cuneo	19,87
Milan	18
Vicence	5,5
Venise-Mestre-	
Mirano-Treviso	43,7
Trieste	4,6
Livourne	37,08
Rome	43,30
Padoue	8,68
Verone	14
Salerno-Lamia .	15,46
Florence	16,50
Brescia	11,25
Gênes	9,5

TABL. 30. — *Longueur exploitée des installations de trolleybus en Italie.*

Enfin, le tableau ci-contre, (Tableau 30) extrait des statistiques publiées chaque année par « l'Inspectorat Général des chemins de fer, des tramways et des automobiles » donne par village, la longueur des lignes de trolleybus en exploitation à la fin de 1938.

En 1939 le développement du trolleybus n'a cessé de s'accroître. En dehors de la ligne Anzio-Nettuno, la ville d'Ancone a étudié la possibilité d'adopter ce mode de transport et l'Azienda Tramviaria Municipale de Milan a procédé à une nouvelle extension de son réseau.

Au cours de ces dernières années, le gouvernement italien, dans sa politique de réduction des importations de combustibles liquides ne s'est pas borné au déve-

loppement de l'électrification dans les transports urbains, il a également envisagé de substituer la traction électrique à celle par moteur à combustion interne dans les transports routiers.

C'est à ce but qu'a répondu la construction de la ligne de Venise à Mestre qui, même à l'étranger, a été considérée comme une nouveauté. Le système « trolleybus » était utilisé pour une exploitation extra-urbaine, sur un grand parcours avec une fréquence de circulation élevée comme on n'en voit que dans des exploitations suburbaines.

Cette application a donné naissance à plusieurs projets qui envisageaient un développement beaucoup plus général du réseau routier ; ceux-ci prévoyaient, en particulier, l'utilisation du trolleybus pour les transports industriels et commerciaux sur les grandes voies de communication. Ce réseau devait atteindre 7.000 kilomètres et le service devait être assuré par des camions électriques d'une vitesse normale de 30 à 40 kilomètres à l'heure qui seraient principalement utilisés aux transports de

matières brutes et de marchandises pondéreuses depuis les lieux de production ou d'extraction jusqu'au point d'utilisation.

Il semble bien que jusqu'ici ces projets n'aient reçu aucune application pratique ; l'ouverture des hostilités en a encore reculé la réalisation, toutes les forces de la nation étant tournées vers les industries de guerre.

MESURES PRISES EN ITALIE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS PAR TROLLEYBUS

C'est en Italie que le gouvernement s'est le plus intéressé à la question des trolleybus ; il est bien évident que, dans un pays aussi riche en énergie hydraulique et aussi pauvre en combustibles solides et liquides, le trolleybus ne devait pas tarder à prendre une place prépondérante parmi les différents modes de transport.

C'est « l'Inspectorat Général des chemins de fer, des tramways et des automobiles » qui a donné à ce mouvement l'impulsion nécessaire. Dès sa création il a repris, en l'adaptant et en la développant graduellement, la législation destinée à favoriser ce mode de transport.

La première disposition en faveur du trolleybus date de la loi du 12 juillet 1908, qui décrète que : « les subsides de l'Etat « dans les services publics par automobiles ou avec d'autres « moyens de traction mécanique, sans rail, sur routes ordinaires, sont accordées, jusqu'à concurrence de 600 livres par « an et par kilomètre, pour une durée ne dépassant pas 9 ans, « sauf reconduction. Sur avis conforme du Conseil Supérieur « des Travaux publics et du Conseil d'Etat, les subsides peuvent « être élevés jusqu'à 1.000 livres par an, lorsqu'il s'agit de trolleybus ».

Cependant, vu la courte durée de la subvention, trop réduite pour une installation qui entraîne des dépenses considérables d'établissement (ligne aérienne, sous-stations, etc...), les 400 livres de supplément en faveur des exploitations de trolleybus ne constituèrent pas un stimulant suffisant pour l'adoption de ce système.

Après la guerre 1914-1918 et la période de désorganisation des services publics de transports qui l'a suivie, il faut attendre le décret-loi du 14 octobre 1932, n° 1.496, pour voir réapparaître

dans la législation des textes particuliers aux trolleybus. Ce décret-loi, devenu, par la suite, la loi du 8 mai 1933, n° 624, prévoyait les conditions dans lesquelles pourrait avoir lieu le remplacement de tramways ou de chemins de fer, par des lignes d'autobus ou de trolleybus. Ces derniers se virent octroyés un subside allant jusqu'au maximum accordé aux chemins de fer et aux tramways supprimés ; la législation, de plus, prévoyait que la concession de ces nouvelles lignes pouvait se prolonger jusqu'à l'expiration régulière de celles qu'elles remplaçaient.

Le décret-loi du 14 juillet 1937, n° 1.728 prévoit de nouvelles dispositions en vue de faciliter les concessions de trolleybus :

1°) Il a prolongé de 9 à 30 ans, sauf renouvellement, la durée de la concession.

2°) Il a élevé de 1.000 à 5.000 livres la subvention maximum kilométrique pouvant être accordée pour la durée de la concession (non-comprise éventuellement la période de renouvellement de celle-ci) lorsqu'il s'agit de trolleybus extra-urbains nouvellement concédés ou la transformation en trolleybus de chemins de fer publics ou de tramways extra-urbains, transformations dues à d'autres causes que celles prévues par l'article 2 du décret-loi du 14 octobre 1932, n° 1.496.

3°) Il a déclaré applicable aux trolleybus les dispositions relatives aux tramways en ce qui concerne les expropriations durant la construction ou les extensions ultérieures ; enfin il a soumis les entreprises de trolleybus au contrôle gouvernemental pour tout ce qui concerne la construction et l'exploitation.

4°) Il a stipulé qu'à tous les autres effets, les lignes de trolleybus étaient mises sur le même pied que les lignes d'autobus.

Ce décret a joué un rôle très important dans le développement des trolleybus en facilitant le remplacement des lignes extra-urbaines de tramways.

« L'Inspectorat Général des chemins de fer, des tramways et des automobiles » n'a pas borné là son œuvre : par une circulaire du 23 mai 1938, adressée à tous les Préfets du Royaume et aux Directeurs des Bureaux locaux de l'Inspectorat, il a rappelé les principes qui devaient être observés, tant pour la création de nouvelles lignes urbaines que pour la réorganisation ou la modification des lignes existantes :

1°) La suppression de toute ligne de tramway à traction élec-

trique en vue de leur remplacement par des autobus à moteur thermique ne peut désormais être autorisée ;

2°) Pour toute nouvelle ligne de transport en commun le trolleybus devra être utilisé ;

3°) C'est seulement dans le cas où pour des raisons exclusivement techniques le trolleybus ne pourra être utilisé, que sera autorisé l'emploi d'autobus fonctionnant à gazogène ou au gaz méthane, là où leur ravitaillement pourra être facilement assuré ou bien l'emploi d'autobus consommant un carburant d'origine nationale.

Le gouvernement a agi également sur les conditions sociales de la main-d'œuvre dans les entreprises de trolleybus afin de faciliter au maximum le développement de ce mode de transport. La Fédération Nationale Fasciste des Entreprises de Transports Municipalisés a obtenu que les services de trolleybus soient assimilés aux services réguliers d'autobus. Cette mesure a permis d'appliquer au personnel des exploitations de trolleybus les salaires et traitements en vigueur pour celui des entreprises d'autobus, réglés précédemment dans un Pacte National spécial. Cette politique a permis d'assoupir et d'adapter aux principes de la « Charte du Travail » toutes les matières juridiques et économiques relatives à ce nouveau mode de transport dont le développement s'est trouvé ainsi favorisé (1).

Les diverses mesures prises par le gouvernement italien pour développer le trolleybus, montre toute l'importance que celui-ci attache au problème des exigences modernes de la route et des énergies nationales. Les résultats obtenus jusqu'ici, tant au point de vue de l'exploitation que de la limitation des importations de pétrole, méritent d'être rappelés.

Rien que pour la capitale, l'adoption de ce mode de transport a permis une économie annuelle de 3.650.000 litres d'essence ; la consommation d'énergie, par contre, s'est élevée à 8.460.000 kwh. et celle des lubrifiants est tombée de 39.000 à 16.000 kilogrammes.

Ces résultats, que l'on se place au point de vue de l'explo-

(1) D'après le rapport du Docteur Ing. LUIGI ELLER VAINICHER : XXVI^e Congrès de l'Union Internationale de tramways, de chemins de fer d'intérêt local et de transports publics automobiles.

tation ou au point de vue national, prouvent que dans le cadre de la politique d'autarcie poursuivie par le gouvernement italien, le trolleybus est la meilleure solution pour adapter les transports urbains et de banlieue aux exigences de la vie moderne. Ces efforts ont porté l'Italie au second rang en Europe, après l'Angleterre, pour la longueur de son réseau de trolleybus et le nombre de ses voitures en service.

CHAPITRE IV

Développement du trolleybus en France et dans l'Empire

A. — DÉVELOPPEMENT DU TROLLEYBUS EN FRANCE

C'est en 1895 que, pour la première fois en France, la question du trolleybus fut étudiée par l'ingénieur Recknewski. Aux environs de 1900, Lombard, Gérin, de Meynier et Legros mettaient au point différents systèmes de prise de courant.

A l'Exposition Universelle, Lombard et Gérin, après des essais tentés à la Croix-Rousse, réalisaient la première ligne de trolleybus ; mais leur système de prise de courant laissait encore à désirer, car, composé d'un petit chariot automoteur se déplaçant sur la ligne aérienne à la même vitesse que le véhicule, le synchronisme était difficile à réaliser et il en résultait de fréquents déraillements.

De 1900 à 1912, un certain nombre d'installations furent réalisées, notamment celles de Fontainebleau à Samois, de Montauban et de Saint-Mandé, mais elles n'eurent toutes qu'une vie éphémère et furent bientôt abandonnées.

Pendant toute cette période, les omnibus et surtout les tramways restèrent seuls à la base des systèmes de transport en commun ; la technique de la construction et de l'exploitation des trolleybus n'était pas encore assez évoluée pour lui permettre de lutter efficacement avec ses deux concurrents ; les conditions économiques ne lui étaient pas davantage favorables, en permettant aux Compagnies de tramways de fixer des tarifs suffisamment bas, quoique rémunérateurs, pour qu'elles n'aient pas à se préoccuper d'un mode de transport différent.

Mais, du fait de la guerre 1914-1918, les conditions économiques ont subi de grandes modifications. L'accroissement des dépenses de construction et d'entretien des voies de roulement et, d'autre part, l'impossibilité d'élever les tarifs en proportion, allaient rendre déficitaires la plupart des compagnies de tramways, et, dans bien des cas, entraîner l'abandon de ce mode de transport.

Il fallut attendre 1925 pour voir réapparaître en France le trolleybus, alors que, dès 1920, de nombreux pays l'avaient déjà adopté. C'est en Savoie, entre *Modane et Lanslebourg*, que s'effectua la première réalisation. Quelques années plus tard, devant les résultats obtenus, la création de deux nouvelles lignes était décidée. La première allait de *Moutiers à Brides-les-Bains* ; peu après son inauguration, celle-ci fut prolongée jusqu'à *Villard-du-Planay* ; la seconde, qui allait de *Chambéry à Challes-les-Eaux* ne tarda pas, elle aussi, à être prolongée jusqu'à *Chignin-les-Marches*.

Vers la même époque, le Conseil Général du Gard décidait la création d'une ligne de trolleybus de 60 kilomètres de longueur dans la *région de Nîmes*. L'exploitation commencée en 1924 fonctionna jusqu'en 1927 avec succès du point de vue technique. Si, à cette date, elle dut s'arrêter, ce ne fut pas à cause de son mauvais fonctionnement, mais pour des raisons financières. Le département s'aperçut, un peu tard, qu'il avait imposé à la ligne un tracé parallèle à la voie de chemin de fer, qui, dans cette région bien desservie par le réseau du P.L.M., ne laissait plus qu'un trafic très insuffisant au nouveau mode de transport.

En 1926, une nouvelle ligne était créée dans le département des Bouches-du-Rhône en prolongement de la ligne de tramway *Marseille-Aubagne*, jusqu'à la commune de Gémenos située à 5 kilomètres du terminus. L'inauguration eut lieu le 22 septembre 1927 dans des conditions si favorables que son prolongement fut immédiatement décidé jusqu'à Cuges-les-Pins, distant d'une dizaine de kilomètres de Gémenos. Ce dernier tronçon fut ouvert au public le 22 septembre 1928, un an jour pour jour après l'inauguration de la ligne de Gémenos.

Puis c'est la ville de *Rouen* qui, en 1933, adopte le trolleybus en remplacement de certaines de ses lignes d'autobus et de tramways ; la transformation commença par la ligne n° 14, qui

allait de la place du Vieux-Marché au Cimetière de l'Ouest, pour des raisons à la fois techniques et financières ; cette ligne était en si mauvais état que l'on ne pouvait songer en conservant une voiture en service, à augmenter la fréquence des départs rendue nécessaire par l'accroissement du trafic ; cela aurait exigé une plus grande vitesse incompatible avec la sécurité de l'exploitation. D'autre part la dénonciation par le département de la Seine-Inférieure de la convention de 1911, par laquelle il s'engageait, moyennant une faible redevance annuelle, à assurer l'entretien de la chaussée de la rue du Renard, qu'empruntait la voie de tramways, incita la compagnie exploitante à se dégager de cette charge en utilisant un autre mode de transport.

Cette transformation ne fut d'ailleurs effectuée qu'à titre d'essai et sans aucune participation financière de la ville hostile à ce projet ; mais dès les premiers jours de la mise en service, les résultats furent excellents et de même que cela s'était produit dans la plupart des villes qui ont adopté ce mode de transport, cette transformation a entraîné un accroissement de trafic de près de 30 %, alors que, sur le reste du réseau, on constatait à la même époque, une diminution générale de 25 %.

Peu d'années après, encouragée par les résultats obtenus, la Compagnie, en plein accord cette fois avec la Municipalité, décida la transformation de la ligne allant de la place Beauvoisine au Cimetière du Nord. La ligne de trolleybus, inaugurée en 1936 fut bientôt prolongée jusqu'à une cité ouvrière qui jusqu'alors n'était pas desservie.

Deux autres lignes furent mises en service en 1937 et 1938, portant ainsi à 10 l'effectif total du parc de trolleybus. Aujourd'hui, alors que se pose pour la Municipalité de Rouen le problème de la reconstruction de son réseau de transport en commun, complètement désorganisé par la guerre, celle-ci a décidé de faire une place beaucoup plus grande au trolleybus.

Depuis 1936, la Compagnie des Omnibus et Tramways de *Lyon* exploite deux lignes suburbaines de trolleybus en remplacement des deux anciennes lignes de tramways, qui allaient, la première du Pont de Tilsitt à Francheville-le-Haut (8.660 mètres), la seconde du Pont de Tilsitt à Sainte-Foy (4.770 mètres). A l'heure actuelle l'effectif du parc de trolleybus s'élève à 20 ; 33 autres voitures sont en construction, en vue du développement ultérieur du réseau.

Enfin, quelques mois avant la guerre, la ville de *Strasbourg* adoptait à son tour ce mode de transport pour le service d'une de ses lignes de banlieue, entre le lieu dit *Kœtzig* et la commune de *Ostwald*.

Cette ligne fut inaugurée le 21 mai 1939 en remplacement de celle précédemment exploitée par autobus. En réalité, cette ligne n'avait été créée qu'à titre d'essai en vue de procéder à l'étude expérimentale, technique et économique, d'une exploitation par trolleybus.

Bordeaux possède également un réseau de trolleybus de 2 kilomètres de longueur desservi par deux véhicules.

B — LE TROLLEYBUS DANS L'EMPIRE FRANÇAIS

Mais c'est surtout dans notre Empire que le trolleybus a pris une place importante dans les systèmes de transports urbains. En Afrique du Nord, plusieurs villes, avant même que la Métropole ait songé à utiliser un tel mode de traction, l'avaient adopté et depuis n'ont jamais cessé de développer leurs réseaux.

La ville de *Constantine* fut la première à l'utiliser. Le projet initial de l'installation date d'avant la guerre (1914-1915) : à cette époque, une société fut créée dans ce but, mais elle dut interrompre ses travaux en raison de l'ouverture des hostilités. Celles-ci terminées, la société reprit son projet et exigea la livraison du matériel dont elle avait passé commande en 1914. Mais celui-ci était déjà bien démodé lors de sa mise en service en 1919 et bientôt la société fut obligée de le remplacer par du matériel plus moderne (1).

En 1928, 5 trolleybus VETRA étaient mis en circulation par la Compagnie des tramways de Constantine.

Durant les années qui suivirent, ce nombre ne fit que s'accroître avec l'augmentation du trafic.

(1) C'est à cette occasion que divers constructeurs français de matériel électrique, intéressés par ce nouveau mode de transport, se groupèrent pour fonder la Société des Véhicules Electriques (VETRA) qui se spécialisa dans la construction des trolleybus et conserva jusqu'à ce jour le monopole de fait dans l'Empire Français pour la fourniture de ce matériel.

Année	Nombre de trolleybus et services	Longueur de lignes exploitées
1924	2 Mercedes-Stoll	+ 2 Km.
1922	4 "	
1925	1 Thomson-Houston	
1928	4 Vétra	+ 3 Km.
1929	4 "	
1931	2 "	+ 2 Km.
1933	4 "	
1935	4 "	
1941	1 "	
Total		7 Km.

Pour loi à leur, en 1931, de la ville de *Casablanca*, encouragée par les résultats obtenus à Constantin, de remplacer certaines de ses lignes d'autobus par des trolleybus. Dans cette ville l'organisation des transports urbains est complexe, car celle-ci, construite suivant les plans du Maréchal Lyautey pour plus de 500 000 habitants, est constituée de quartiers éloignés les uns des autres dont le centre géométrique est la place de France.

C'est en 1927 que la Compagnie des tramways et autobus proposa à la ville de procéder à l'électrification, à titre d'essai, des lignes d'autobus allant de la place de France à Maarif et du Palais du Sultan à San Marrakech. Par un avenant du 28 octobre 1929 à la Convention liant la ville et la compagnie, cette dernière fut chargée de réunir les capitaux nécessaires et de réaliser les travaux.

En mai 1932 eut lieu l'inauguration du réseau de 6 km. de longueur desservi par 10 voitures.

Enfin la ville d'Alger adopta le trolleybus pour son système de transport en commun : la première ligne est ouverte au public au mois de juillet 1934 : depuis la ville n'a cessé de développer son réseau : en 1939 elle procédait à la construction de la quatrième ligne d'une longueur de 5 kilomètres sur le parcours El Biar à Alger, dont 400 mètres seulement sont en palier, la presque totalité du trajet étant en rampe variant de 5 à 8 %. À cette date l'effectif du parc de trolleybus s'élevait à trente unités. La guerre n'a pas ralenti le développement du

réseau ; au mois de juillet 1941 la Compagnie des tramways algériens possédait un parc de 45 trolleybus et la C. F. R. A. un parc de 10 voitures. Depuis, continuant l'application de son programme dont l'achèvement doit assurer la rénovation de son réseau de transport, la ville d'Alger a passé commande de dix nouvelles voitures pour le compte de la C. F. R. A. L'effort tenté par la ville d'Alger est considérable et lorsqu'elle aura réalisé son programme de développement du trolleybus la capitale de l'Algérie sera, de loin, la ville française possédant le réseau le plus moderne de transport en commun de surface.

*
* *

Les grandes catastrophes qui se sont succédées depuis juin 1940 ont contribué, en les amplifiant, à montrer les immenses avantages dus à l'application de l'énergie électrique à la traction sur route et sur rail.

Nos communications sur mer coupées, la production européenne de pétrole consacrée exclusivement aux besoins de la guerre, la France au lendemain des hostilités s'est trouvée complètement privée de carburants liquides.

Dans l'industrie des transports, comme dans bien d'autres domaines, la France a dû recourir à ses seules richesses naturelles ; l'énergie électrique a pris alors une place prépondérante dans le redressement de l'économie française.

Alors que durant les années d'avant-guerre l'Etat payait à l'étranger plus de 7 milliards de francs pour ses importations de combustibles solides et liquides, dans nombre d'usines hydrauliques l'eau coulait inutilisée par dessus les déversoirs. Le malheur obligea l'Etat et les collectivités locales à suivre une politique des transports que la logique depuis longtemps préconisait.

Seules les villes qui, déjà avant la guerre, utilisaient l'énergie électrique comme force motrice pour leur réseau de transports de surface — tramways ou trolleybus — purent continuer à assurer un service normal. Les autres durent presque totalement leurs exploitations ; aussi nombre d'entre elles qui jusqu'alors pensaient que seuls les autobus pouvaient remplacer avantageusement les tramways, ont cherché à adapter leur réseau de transport aux circonstances nouvelles.

La solution « trolleybus » s'est imposée.

Au mois de juillet 1941 le nombre de trolleybus en construction en France était presque double de celui des trolleybus en circulation ; en effet contre 148 trolleybus en service, à cette époque dans l'Empire Français, on en comptait 240 en construction.

L'effort tenté est considérable ; Paris, Le Mans, Poitiers, Saint-Etienne, Nice, Tunis, Oran adoptent le trolleybus ; les villes qui l'utilisaient déjà développent leurs réseaux : c'est ainsi que Marseille, Lyon, Bordeaux ont passé commande respectivement de 55, 33 et 21 trolleybus.

Malheureusement, il est probable que, dans les circonstances présentes, le manque de matières premières, notamment de cuivre, entravera la réalisation d'un certain nombre de ces projets.

On peut cependant espérer que, ceux-ci nés des conséquences de la guerre, s'imposeront par leurs avantages dans la période de paix.

C) EVOLUTION DES DIVERS SYSTÈMES DE TRACTION APPLIQUÉS AUX TRANSPORTS EN COMMUN A PARIS

Pendant longtemps, le déplacement à l'intérieur des villes ne fut possible qu'à pied ou à cheval ; à l'origine l'enchevêtrement des rues était tel que les charrettes avaient peine à s'y déplacer. L'usage des voitures était réservé au Roi. C'est seulement au xvi^e siècle que les particuliers, Seigneurs de la Cour ou riches bourgeois, titulaires du privilège royal de « rouler carosse », purent utiliser des voitures pour leurs déplacements. Au cours du xvii^e siècle les besoins de la circulation s'accroissent et s'accommodent fort mal d'une voirie si défectueuse ; aussi de nouvelles voies sont-elles créées, d'autres élargies, certaines pavées. C'est à cette époque qu'apparaît un mode nouveau de locomotion « la chaise à porteurs » qui subsista, en décroissant, jusqu'à la révolution.

En 1662 apparaît, pour la première fois à Paris, un véritable système de transports en commun. C'est à cette date, en effet, qu'une entreprise de transport, créée avec le concours de Blaise Pascal, obtint un privilège royal pour l'installation d'un ser-

vice de voitures « qui feraient toujours les mêmes trajets dans Paris d'un quartier à un autre ».

Les « carosses à 5 sols » eurent un grand succès mais il fut éphémère. L'affaire ne tarda pas à périliter lorsque le Parlement de Paris décida que « pour la plus grande commodité des bourgeois et personnes de mérite », l'accès des voitures serait interdit aux gens du peuple, enlevant ainsi à la Compagnie la meilleure partie de sa clientèle. L'exploitation cessa à une date indéterminée.

Pendant tout le XVIII^e siècle aucun nouveau mode de locomotion n'apparaît à Paris.

En 1819, en 1824, et en 1826 des particuliers sollicitèrent l'autorisation « de faire circuler des voitures à itinéraires fixes et destinées aux transports en commun des citadins », mais elle fut refusée par le Préfet de police qui alléguait que de telles exploitations entraîneraient un surcroît d'encombrement.

Enfin, en 1827, l'autorisation fut accordée. La nouvelle entreprise connut tout de suite un succès considérable qui engendra une violente concurrence. Une vingtaine de sociétés se fondèrent pour desservir Paris ; mais cette concurrence entraîna des désastres financiers qui firent disparaître un grand nombre d'entre elles. En 1855 leur nombre était réduit à dix.

Les compagnies, soucieuses avant tout de faire des bénéfices, délaissaient les quartiers peu peuplés au profit des itinéraires à grand trafic ; aussi sous l'influence du Préfet soucieux de réorganiser l'exploitation des transports en commun pour la rendre plus conforme à l'intérêt général, les compagnies s'entendirent et fusionnèrent en 1855 pour constituer « la Compagnie Générale des Omnibus » placée sous le contrôle des pouvoirs publics.

C'est à cette époque que les premiers tramways dits « chemins de fer américains » furent mis en service ; en 1854, en effet, leur inventeur M. Loubat, qui avait déjà organisé à New-York les premiers services de tramways, finit enfin par obtenir de l'Administration l'autorisation de créer une ligne qui irait de la Place de la Concorde à Sèvres.

Il s'agissait alors simplement d'omnibus tirés par des chevaux sur des rails. Peu de temps après Loubat rétrocédait son exploitation à la C. G. O. Pendant 17 ans, cette première ligne de tramways resta pour les Parisiens une simple curiosité.

En 1873, le département de la Seine obtint de l'Etat la concession d'une ligne de tramways hippomobile circulaire dans Paris et de dix lignes rayonnantes partant des portes vers la banlieue. La ligne circulaire fut rétrocédée à la C. G. O., les autres à deux nouvelles compagnies ; l'exploitation en banlieue s'avéra difficile et bientôt ces deux sociétés, mal administrées tombèrent en faillite. Par contre à l'intérieur de la Capitale, où les résultats furent satisfaisants, le matériel de transport ne cessait de se moderniser ; la traction mécanique faisaient ses premières apparitions : c'est, en effet, à l'Exposition de 1889 que les trois premiers tramways à vapeur furent mis en circulation.

L'année suivante, avaient lieu les premiers essais de traction électrique, avec dix ans de retard sur les pays étrangers qui l'avaient adoptée dès 1879.

A Paris cependant la C. G. O. n'obtint pas l'autorisation d'installer des lignes aériennes à l'intérieur de la Capitale et, par ailleurs, cette compagnie, arrivée presque à l'expiration de sa concession, ne voulut pas assumer la charge de la pose de caniveaux axiaux ; aussi dut-elle tourner ses efforts vers un matériel moins perfectionné tel que des tramways à vapeur, à air comprimé ou à accumulateurs.

En banlieue le tramway électrique obtint immédiatement un gros succès auprès du public et ne tarda pas à prendre un développement important. De nouvelles lignes furent créées mais sans aucun plan d'ensemble et au hasard des circonstances.

A l'intérieur de la Capitale, une politique semblable était suivie ; à l'époque de l'Exposition de 1900 plus de 25 lignes électriques furent concédées sans plus d'ordre ni de vue d'ensemble. Des désastres financiers s'en suivirent : un certain nombre de lignes ne furent même pas exécutées ; plusieurs compagnies renoncèrent à leur concession.

Durant toute cette période la traction hippomobile l'emporte sur tous les autres modes de traction. La C. G. O. possédait à elle seule 16.500 chevaux en 1900 ; à partir de cette époque on assiste, peu à peu, au déclin de la traction par chevaux qui, pendant près de 3/4 de siècle, avait été la seule utilisée dans les transports en commun. De nouveaux modes de locomotion apparaissent, qui vont rapidement prendre un essor considérable et remplacer bientôt les anciens omnibus.

De 1900 à 1910 le nombre des tramways mécaniques passe de

238 à 558 alors que celui des omnibus tombe de 741 à 583. En dix ans le nombre des tramways avait plus que doublé alors que celui des omnibus avait subi une réduction de plus de 20 %.

L'année 1906 voit la mise en service des premiers autobus sur la ligne « Montmartre-Saint-Germain des Près », mais ces véhicules, montés sur roues à blocs de caoutchouc séparés les uns des autres, étaient loin de ressembler à nos autobus modernes ; en 1908 ce système était remplacé par des pneumatiques à bandages pleins.

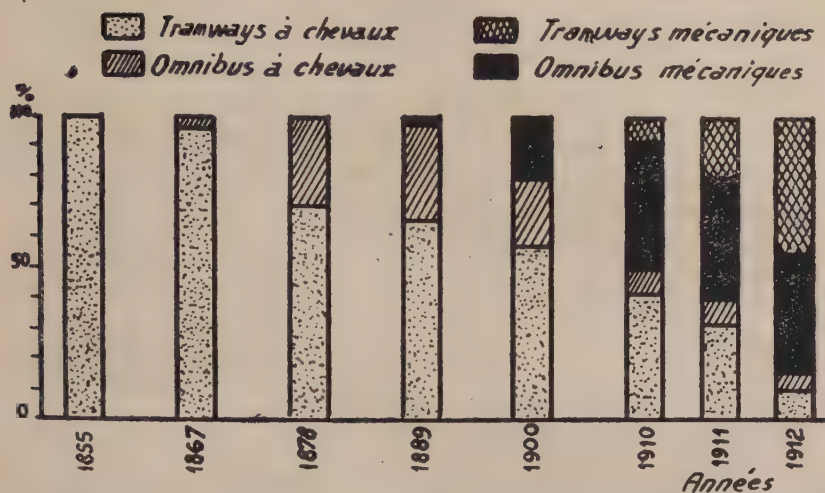
Mais l'exploitation de ces nouveaux véhicules s'avéra fort coûteuse et procura des résultats économiques bien inférieurs à ceux des tramways.

C'est pourquoi en 1910, la concession de la C. G. O. et de la plupart des compagnies de tramways arrivant à expiration, l'administration décida de procéder à une réorganisation complète des transports en commun de surface de la Région Parisienne. Celle-ci porta non seulement sur les liens juridiques unissant les Compagnies et les Concédants, mais aussi sur les conditions techniques de la construction et de l'exploitation des divers modes de transport ; en particulier, fut décidé la généralisation de la traction électrique sur l'ensemble du réseau de tramways et le mode de distribution de l'énergie électrique ramené à deux systèmes : la ligne aérienne et le caniveau axial.

C'est également à partir de cette époque que l'autobus à moteur à explosion commence à se développer. De 1910 à 1912 le nombre d'autobus en circulation s'élève de 125 à 602 alors que pendant la même période, le nombre de tramways mécaniques reste sensiblement constant, aux environs de 560.

En 1913 était supprimé le dernier des omnibus à chevaux de la ligne « La Villette-Saint-Sulpice ».

Cette période, qui va de l'exposition de 1900 à la veille de la guerre 1914-1918 a été caractérisée par un développement continu de la traction mécanique à l'encontre de la traction hippomobile. Ses différentes phases sont résumées dans le tableau suivant (Tabl. 31) qui trace l'évolution des divers systèmes de traction utilisés pour les transports en commun par la Compagnie Générale des Omnibus de 1855 à la veille de la guerre.



Tabl. 31: Répartition des divers systèmes de traction en % du nombre total des véhicules.

Ce tableau montre qu'en 1889 la traction hippomobile monopolisait 99 % du trafic et qu'à la veille de la guerre sa part dans le trafic global était tombé à 10 %.

La guerre de 1914-1918 désorganisa complètement le réseau de transport de surface, alors que le métropolitain et les chemins de fer de banlieue continuaient à assurer leur service sans trop de perturbations. Les autobus réquisitionnés par l'autorité militaire disparurent pendant deux ans de la Capitale ; en 1916 le réseau fut partiellement reconstitué. Les entreprises de tramways, faute de personnel, durent réduire leur exploitation mais, dès 1916 également, elles purent rétablir un service normal.

A la fin des hostilités, le réseau de transport de surface durement éprouvé par la guerre exigeait, non seulement une remise en état mais aussi une refonte complète ; il apparut à l'Administration qu'il fallait profiter des circonstances pour procéder à la fusion des diverses exploitations en une seule qui aurait le monopole des transports en surface dans la Région Parisienne. Les pourparlers aboutirent aux Conventions de 1920 qui créaient « La Société des Transports en Commun de la Région Parisienne ».

Celle-ci fut constituée par la fusion de huit réseaux dont l'effectif total de véhicules s'élevait à 2.298 motrices, 922 remorques et à 765 autobus automobiles. Son exploitation commença le 1^{er} janvier 1921.

Le Conseil Général de la Seine, qui d'après les nouvelles conventions possédait la haute main sur l'organisation des transports, réalisa un gros effort en vue de remettre en état, le plus rapidement possible, le réseau de surface ; celui-ci porta en particulier sur la réorganisation du réseau de tramways ; de nouvelles lignes furent créées, de nombreuses extensions eurent lieu, enfin de grosses dépenses furent engagées pour renouveler le matériel usé.

En 1929, l'effectif du parc de tramways s'élevait à 2.500 unités et son réseau comportait plus de 100 lignes s'étendant sur environ 700 kilomètres de voie simple. Pendant cette même période, l'autobus suivait une progression analogue ; le nombre de véhicules en service passait de 734 à 1.400, et la longueur du réseau à près de 600 kilomètres répartis sur plus de 100 lignes.

Malgré cet accroissement rapide, les tramways restaient l'élément prépondérant du réseau de surface, et leur trafic était encore triple de celui des autobus.

Mais, à partir de cette date, les tramways, qui jusqu'alors avaient connu une ère de prospérité, voient leur importance décroître de plus en plus au profit des autobus à essence.

La cause principale de leur disparition progressive fut causée par les embarras de la circulation.

Déjà, en 1923, le Préfet de police, chargé de la circulation, avait vivement insisté pour que les tramways soient supprimés dans les quartiers fréquentés. Quelques années plus tard un projet, émanant de la Préfecture de la Seine, préconisait la suppression des lignes de tramways dans un cercle ayant, en principe, comme limite les boulevards extérieurs. Un tel projet se heurtait à de grosses objections d'ordre financier ; l'expérience, vieille déjà de plusieurs années, démontrant que l'exploitation par autobus était beaucoup plus onéreuse que celle par tramways ; de plus, les installations fixes (lignes aériennes, sous-stations) et le matériel roulant, représentant des investissements considérables, étaient loin d'être amortis, une grande partie de ce matériel ayant été acquis par la S.T.C.R.P. lors de la réorganisation d'après-guerre.

Dans ces conditions il ne semblait donc pas raisonnable de perdre les sommes considérables que l'on avait engagées pour le développement du réseau de tramways. C'est pourquoi l'administration décida de ne supprimer les lignes de tramways qu'au fur et à mesure de leur usure. Mais à partir de 1929 cette sage politique d'économie fut abandonnée, sous le prétexte de la nécessité de plus en plus impérieuse de décongestionner la circulation des artères centrales. Le Conseil Général de la Seine entreprit le remplacement massif des tramways par des autobus.

La solution « trolleybus », qui cependant présentait au point de vue de la circulation les mêmes avantages que les autobus et qui, de plus, aurait apporté un soulagement aux finances du département, ne fut même pas envisagée.

Cependant une grande partie du matériel existant aurait pu être utilisé à nouveau, faisant ainsi réaliser à la société une économie très importante sur les dépenses de premier établissement.

Bien au contraire, à l'encontre de l'exemple d'un grand nombre de villes étrangères, la faveur de la S. T. C. R. P. et du département de la Seine alla aux autobus à moteur thermique.

À partir de 1930, de nombreuses lignes furent successivement déclassées, non seulement à l'intérieur de Paris, ce qui était nécessaire, mais aussi en banlieue et même en grande banlieue, ce qui était plus que discutable ; mais pour aucun de ces services, le trolleybus ne fut adopté. Dans tous les cas et en toutes circonstances le tramway fut systématiquement remplacé par l'autobus.

C'est ce que montre le tableau suivant qui retrace l'évolution de ces deux modes de transport de 1928 à 1937 (Tabl. 32).

Années	TRAMWAYS		AUTOBUS	
	Longueur exploitée (en km)	Consommation totale d'énergie électrique (en kwh)	Longueur exploitée (en km)	Consommation totale de carburant (en litres)
1928	1.042	82.668.368	607	25.566.330
1929	1.019	88.875.983	673	27.870.763
1930	991,5	89.369.853	758,5	30.473.299
1931	982	88.226.910	899	34.459.377
1932	981,4	84.914.444	1.048	35.825.127
1933	707,7	68.786.270	1.272,5	51.345.972

1934	442	47.935.576	1.394	59.964.853
1935	210	28.662.981	1.640	72.515.334
1936	50,7	13.848.130	1.848	82.281.956
1937	5,5	1.008.403	1.890	94.842.455

Le 14 août 1938 circulait, pour la dernière fois, un tramway dans la Région Parisienne, sur la ligne Montfermeil-Le-Raincy.

Un énorme matériel représentant près d'un milliard de francs fut ainsi désaffecté et laissé à la charge du département de la Seine, autrement dit à la charge des contribuables. Une bonne partie de ce matériel était encore en excellent état.

La suppression de ces 3.000 tramways dont se composait le parc de la S. T. C. R. P. a entraîné pour les centrales électriques une perte de recettes de près de 48 millions de francs et leur remplacement par des autobus une dépense annuelle de 265 millions de francs pour le carburant et l'huile.

A la veille de la guerre de 1939 les 3.700 autobus assurant les transports en commun de surface dans la Région Parisienne, consommaient près d'un million d'hectolitres d'essence. L'adoption du trolleybus aurait permis d'économiser la plus grande partie de cette quantité de carburant.

Dans bien des pays, l'application de plus en plus étendue de l'énergie électrique aux transports a été un des moyens utilisés pour améliorer la balance commerciale. Dans le cas particulier de la France c'est une partie de 3 milliards payés annuellement à l'étranger pour ses achats de combustibles liquides qui aurait pu être économisée par une plus grande utilisation des trolleybus.

Après la défaite de juin 1940, la pénurie de carburants liquides a obligé la S. T. C. R. P. à avoir recours, comme solution de première urgence, au gaz d'éclairage et à envisager pour l'avenir l'utilisation du trolleybus sur un certain nombre de ses lignes.

Les études furent effectuées, sous le contrôle de la Préfecture de la Seine par les services de la S. T. C. R. P. et du Métropolitain afin de réaliser l'électrification du réseau de transport de surface en liaison avec le réseau souterrain.

Dans cette œuvre, la collaboration du Métropolitain est d'autant plus intéressante que cette société dispose d'un personnel spécialisé dans les questions électriques et de sous-stations qui

peuvent fournir le courant aux premiers tronçons de lignes de trolleybus, celles-ci n'étant en banlieue que les prolongements naturels des lignes de métropolitain.

Deux projets furent successivement élaborés par les services techniques de la S. T. C. R. P. et du Métropolitain en vue de l'électrification d'une partie du réseau de surface.

La détermination des itinéraires à électrifier souleva quelques difficultés, car l'installation de la ligne aérienne étant assez coûteuse, il ne fallait engager de dépenses que sur les lignes où le tracé était définitif ; il fallait d'autre part que la densité du trafic fût suffisante pour permettre l'amortissement des dépenses de premier établissement ; enfin des considérations d'esthétique entraient en jeu, empêchant l'installation de poteaux disgracieux dans les quartiers ou les sites à caractère architectural.

Le premier projet ne fut pas adopté par les pouvoirs publics qui le renvoyèrent à l'étude afin de limiter le champ d'action des trolleybus aux lignes suburbaines.

Suivant leurs directives, le nouveau projet prévoyait que seules les lignes d'autobus de banlieue pourraient être électrifiées à l'exclusion de toutes lignes intérieures et que de plus cette transformation ne pourrait porter que sur les lignes déjà en service ou dont la création avait été envisagée par le « Comité des Transports Parisiens » (1).

L'avant-projet fut soumis à l'examen d'une sous-commission composée de cinq membres :

— Le directeur général du Contrôle Central de l'Inspection, de l'Extension et des Transports à la Préfecture de la Seine ;

— Un ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Seine ;

— Un représentant de la S. N. C. F. ;

— Un représentant du Métropolitain ;

— Un représentant de la S. T. C. R. P.

Après une étude approfondie de ce projet, la sous-commission décida de ne retenir que 19 lignes sur les 23 qui lui étaient proposées.

(1) Comité des Transports Parisiens. Voir sur cette question : « *La coordination des Transports en Commun dans la Région Parisienne* » par Claude MORPAIN. Thèse 1941.

Les principales dispositions de ce programme furent rendues publiques par la voie de la presse : le tableau suivant donne en particulier l'ordre d'urgence des travaux imposés par la sous-commission (Tableau 33).

		Longueur de la ligne (en km)	Nombre de trolleybus	Nombre de trolleybus (par km)
<i>1° Urgence.</i>				
L. 44	Suresnes-Pont de Neuilly	6.150	19	3,09
L. 58	Rueil-Pont de Neuilly ..	7.400	17	2,30
L. 63	Bezons-Porte Champerret	8.700	23	2,64
L. 64	Pont d'Argenteuil-Porte Champerret	6.900	12	1,74
L. 76	Colombes-P ^t de Neuilly	6.100	10	1,64
<i>2° Urgence.</i>				
L. 83	Choisy-le-Roi-P ^t de Choisy	6.775	16	2,36
L. 85	Villejuif-Porte d'Italie ..	4.100	15	3,66
L. 125	Porte de Vincennes-Porte d'Orléans	13.250	14	1,06
L. P.C.	Porte de Vincennes-Porte Champerret.			
<i>3° Urgence.</i>				
L. 50	La Courneuve (Parc des sports)-P ^t de la Villette	4.600	16	1,30
L. 52	Le Bourget (Port aérien)- Porte de la Villette	6.775	17	2,51
<i>4° Urgence.</i>				
L. 104	Bonneuil (Mairie)-Maison Alford (Fort de Charen- ton)	6.100	20	3,28
L. 113	Maison blanche-Gare de Nogent	6.200	8	1,29
L. 114	La Maltournée-Gare de Nogent	3.900	6	1,54
L. 119	Le Tremblay - Gare de Nogent	2.600	4	1,54
L. 120	Noisy-le-Grand - Gare de Nogent	7.300	10	1,37

5° *Urgence.*

L. 21	Le Raincy (Rond point Thiers)-Pantin (Eglise) ..	8.100	10	1,23
L. 51	Draincy - Pantin (Eglise).	5.000	17	3,40
L. 95	Pavillon-sous-bois - Porte des Lilas	9.825	14	1,42

Pour certaines de ces lignes, en particulier pour celles portant les numéros 44, 58 et 76, on se heurte à des objections d'ordre esthétique. On ne peut, en effet pour ces lignes qui empruntent le Pont de Neuilly, présentant un caractère architectural, envisager la pose d'une ligne aérienne et de poteaux plus ou moins disgracieux. Il semble qu'il faudra prévoir pour les véhicules une batterie d'accumulateurs assez puissante pour permettre la traversée du pont, du terminus du métropolitain à la rive gauche de la Seine, soit une longueur d'environ 400 mètres.

Ce projet qui prévoit un réseau de 130 kilomètres de lignes, desservi par 250 trolleybus fut approuvé au mois de janvier 1941 par le sous-secrétaire d'Etat au Communications. Un crédit de 100 millions fut accordé sur les fonds de l'Etat.

A l'heure actuelle la difficulté des approvisionnements et la rareté des matières premières, en particulier du cuivre, entravent la réalisation de ce programme : seules deux lignes sont en cours d'équipement : la ligne N° 63 qui va de la Porte Champerret à Bezons et la ligne N° 64 qui part également de la Porte Champerret pour aboutir au nouveau Pont d'Argenteuil.

Sur les 100 millions de crédit qui ont été alloués pour cette réalisation, 20 millions seulement ont été engagés et 40 trolleybus sont en construction sur le programme des 250 prévus.

Plus tard viendra la construction des trois autres lignes qui assureront les transports de la banlieue de Suresne, de Rueil et de Colombes.

Date de mise en ser- vice de la 1 ^{re} voiture	Villes ou Réseaux	1934		1936		1941	
		Nombre de trolleybus	Longueur exploitée en km.	Nombre de trolleybus	Longueur exploitée en km.	Nombre de trolleybus en service	Nombre de trolleybus en service
1921	Conserline	17	7	17	11	19	7
1923	Modene - l'ansle bourg	5 ⁽¹⁾	25	6	25	6	25
1927	Auberges - Géménos - Cuges-les-Pins	5	15	5	15	5	15
1930	Chambery - Chignin	4	11	4	11	4	11
"	Moutiers - Villard	8 ⁽²⁾	16	12	16	12	16
"	Vitry - (ligne d'essai de la T.C.R.P.)	1	1,62	—	—	—	—
1932	Casablanca	11	6	11	6	12	6
1933	Rouen	1	2,5	1	2,5	10	12
1934	Alger	9	5	9	7,5	55 ⁽³⁾	10 ⁽⁴⁾
1935	Lyon	17	11	17	14	20	33
1939	Strasbourg	—	—	—	—	1	—
"	Bordeaux	—	—	—	—	2	21
"	Oren	—	—	—	—	—	12
"	Paris	—	—	—	—	—	40
"	Le Mans	—	—	—	—	—	6
"	Limoges	—	—	—	—	—	10
"	Poitiers	—	—	—	—	—	7
"	Tunis	—	—	—	—	2	18
"	Nice	—	—	—	—	—	4
"	S. Etienne	—	—	—	—	—	7
Total		78	100,12	82	108,2	148	388,40
(1) dont 2 camions et 4 trolleybus Crochot.		(3) dont 45 en service exploités par la C.T.A. et 10 par la C.F.R.A.		(4) 10 en construction pour le compte de la C.F.R.A.			
(2) dont 4 camions et 1 trolleybus Somua.							

Tabl. 34: Développement des trolleybus dans l'Empire français

CHAPITRE V

Le trolleybus en Allemagne

Le trolleybus, que l'on nomme en Allemagne « Obus », depuis quelques années, ne joue encore dans ce pays qu'un rôle secondaire comparé aux autres modes de transport en commun.

Dans le développement du trolleybus, on peut distinguer deux périodes ; la première qui va de 1882 à 1912, et la seconde qui commence en 1930.

C'est l'ingénieur Max Schiemann qui, le premier, a étudié les possibilités d'alimenter en énergie électrique un véhicule se déplaçant sur route, sans voie de roulement, au moyen d'une ligne aérienne de contact.

Ses idées furent mises en pratique lorsque la Société Siemens et Halske réalisa, en 1882, une ligne d'essai sur le parcours Halensee-Sophie-Charlotte Platz à Berlin. Mais cet essai resta sans lendemain.

En 1898, « l'Allgemeine Electricitäts Gesellschaft » de Berlin reprit ces essais et construisit la ligne de Nieder schone-weide Johannisthal. En 1900, la firme Lange et Gutzeit exposait un type de trolleybus à l'Exposition Universelle de Paris.

C'est à partir de cette époque, que ce mode de transport prend un développement plus rapide dans l'Europe Centrale. Jusqu'en 1912, 17 lignes furent progressivement mises en service dont 12 en Allemagne et 5 en Autriche.

La ligne créée à Berlin en 1912, sur le parcours Bahnhof-Steglitz et qui fut un succès, clôt la première période de développement du trolleybus en Allemagne.

Pendant la guerre, et aussi durant les années immédiates qui

suivirent, on cessa en Allemagne de s'intéresser au trolleybus. Bien que quelques-unes des lignes créées avant la guerre soient encore en service aujourd'hui — sans qu'elles aient d'ailleurs pris une grande importance — la plupart n'ont eu qu'une vie éphémère. La cause n'en fut pas tant l'insuffisance de la technique que la déficience des moyens d'exécution : les bandages pneumatiques qui, plus tard, allaient créer une révolution dans le développement des véhicules circulant sur routes n'existaient pas encore et l'état des chaussées laissait alors beaucoup à désirer.

Après la guerre, les circonstances ne furent guère favorables au développement du trolleybus. Les crises économiques qui se succédèrent en Allemagne paralysèrent longtemps l'esprit d'initiative des sociétés de transport qui, d'autre part, n'étaient pas poussées à rechercher un autre mode de locomotion, leur matériel de tramways étant en bien meilleur état que dans la plupart des autres pays.

C'est pourquoi il faut attendre l'année 1930 pour voir s'ouvrir la deuxième phase du développement du trolleybus. A l'étranger, la technique avait fait de remarquables progrès, en particulier en Angleterre, où de nombreuses installations fonctionnaient déjà parfaitement. Lors de voyages d'études effectués dans ces pays par des ingénieurs allemands, ceux-ci eurent l'occasion d'en apprécier les avantages et ils revinrent convaincus que ce mode de locomotion devait avoir sa place dans le système des transports urbains du Reich.

Cette période s'ouvre avec l'inauguration, en Rhénanie, de la ligne de trolleybus reliant les deux petites villes de Mettmann (13.000 habitants) et de Gruiten (3.000 habitants) distantes d'environ 6 kilomètres.

Une nouvelle ligne fut créée en 1932 ; elle assurait la liaison entre les villes d'Idar et de Tiefenstein, distante de plus de 4 kilomètres.

En 1936, Oldenbourg, ville de plus de 75.000 habitants l'adapta à son tour, en remplacement de tous ses autres systèmes de transport ; son réseau a une longueur de 12,7 km. et est desservi par 7 voitures. C'est la plus grande ville d'Allemagne qui ne possède pas une seule ligne de tramways.

Cette même année fut mise en service à Insterbourg une ligne de 7,3 km. de longueur.

La Capitale n'est pas restée hostile à ce mouvement. Dès 1933 la B. V. G. (Berliner Verkehrsgesellschaft) mettait en service une ligne de trolleybus sur le parcours Spandau-Staaken d'une longueur d'environ 7 kilomètres ; en 1935, une nouvelle ligne Steglitz-Marienfelde était ouverte au public avec 6 voitures ; à la fin de 1937 l'effectif du parc de véhicules était augmenté de 2 voitures portant ainsi à 11 le nombre total de trolleybus circulant à Berlin.

Le tableau suivant donne les villes qui à la fin de 1938 avaient adopté le trolleybus pour leurs services de transports en commun (Tableau 35).

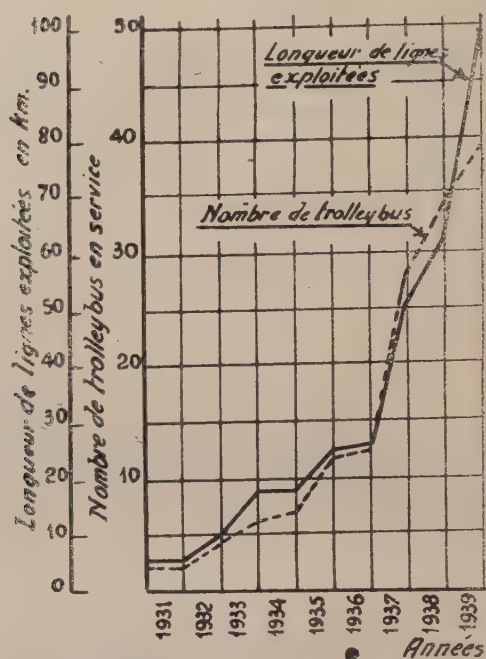
Localités	Date de mise en service	Longueur exploitée (en km)	Nombre de voitures en service
Metmann-Gruiten (Rhénanie) ..	1930	5,8	2
Idar-Tiefenstein (Rhénanie) ...	1932	4,5	2
Spandau-Staaken	1933	6,7	4
Steglitz-Marienfelde	1933	9,7	7
Oldenbourg	1936	13,7	7
Insterbourg	1936	7,8	3
Hanovre	1937	3,1	2
Leipzig	1938	3,6	5
Zwickau		13,14	2
Total		68,04	34

TABL. 35. — *Lignes de trolleybus en service en Allemagne à la fin de 1938.*

Depuis cette époque, de nombreuses autres villes ont passé commande en vue de l'installation de lignes de trolleybus, mais l'entrée en guerre de l'Allemagne a empêché la réalisation d'un certain nombre de ces projets.

A la fin de 1939, la longueur du réseau allemand de trolleybus atteignait 98 kilomètres et l'effectif de véhicules en service ressortait à 42, répartis en 10 exploitations.

C'est ce que résume le tableau suivant qui montre le développement du trolleybus en Allemagne de 1931 à 1939. (Tabl. 36).



Tabl.36 *Développement du Trolleybus en Allemagne.*

EVOLUTION DES DIVERS MODES DE TRANSPORTS EN COMMUN EN ALLEMAGNE

Avant de faire des hypothèses sur le développement futur des trolleybus en Allemagne, il est bon d'étudier rapidement la situation respective des divers modes de transports dans les grandes villes du Reich.

Alors qu'en 1932, presque tous les réseaux de tramways étaient à la veille de la faillite, le gouvernement allemand a entrepris une violente campagne en vue d'empêcher la disparition progressive de ce mode de transport. Ses efforts ont abouti puisque, dès 1936, on pouvait constater que le tramway conservait la suprématie sur tous les autres modes de locomotion et que son importance **n'avait fait que croître.**

C'est ce que montre le tableau suivant qui indique, pour 1936,

la répartition des divers modes de transport dans les villes allemandes de faible et moyenne importance. (Tableau 37).

POPULATION Habitants	NOMBRE DE VILLES				
	TOTAL des villes	Ne comportant que des tramways	Avec tram- ways et autobus	Ne comportant que des autobus ou des trolleybus	Sans moyen de transport public
25 à 30.000 ...	47	7	4	23	13
30 à 40.000 ...	50	17	6	22	5
40 à 50.000 ...	25	9	5	11	0
50 à 60.000 ...	11	5	4	2	0
60 à 80.000 ...	22	12	8	2	0
80 à 100.000 ..	15	5	10	0	0
Total	170	55	37	60	18
Villes de plus de 100.000 ha.	52	4	48	0	0
Total des villes allemandes ..	222	59	85	60	18

TABL. 37. — *Répartition des divers modes de transport dans les villes allemandes de faible et moyenne importance.*

D'après les chiffres publiés par le Docteur Dorpmüller, Ministre des Transports du Reich, il y avait en 1938, 178 entreprises de tramways desservant 5.895 kilomètres de lignes ; l'année suivante l'importance prise par les tramways dans les transports en commun n'avait fait que s'accroître, le trafic s'élevant de 13,5 % et le nombre de kilomètres parcourus de 13,1 %.

Ces chiffres montrent qu'à l'encontre de ce qui se passe dans les autres pays, le tramway est et demeure à la base des systèmes de transport en commun des villes.

L'autobus, par contre, est relativement peu utilisé dans les transports urbains, sauf dans quelques grandes villes ; tel est le cas par exemple de Berlin qui a un réseau d'autobus important ; Dresde qui vient immédiatement après la Capitale pour l'importance de son parc, ne comporte que 75 autobus et 2 remorques.

Ce peu de développement pris par les autobus à moteur thermique n'est que la conséquence, dans le domaine des trans-

ports, de l'application de la politique d'autarcie économique suivie par le gouvernement allemand. Celui-ci ne peut admettre le remplacement de véhicules consommant une énergie d'origine nationale par des autobus utilisant des carburants d'importation.

Le trolleybus n'a pas davantage pris un grand développement en Allemagne. Dans la Capitale, la B.V.G. n'a pas jugé utile de substituer à ses tramways des trolleybus comme à Londres ou des autobus comme à Paris. A la veille de la guerre les tramways avaient un trafic trois fois supérieur à celui de l'ensemble autobus-trolleybus.

Une légère tendance semble, cependant, se manifester dernièrement en faveur du trolleybus ; en 1939 de nombreuses municipalités envisageaient de moderniser leurs réseaux de transports en commun et, sans doute, nombre d'entre elles auraient réalisé cette transformation si la guerre n'était venue rejeter dans l'avenir ces projets.

DISPOSITIONS LÉGALES SUR LA CIRCULATION DES TROLLEYBUS EN ALLEMAGNE

D'après la législation allemande sur la circulation des automobiles, est considéré comme véhicule automobile « tout véhicule propulsé par une force mécanique et qui n'est pas lié à une voie ferrée » ; cette définition s'applique évidemment au trolleybus. Certaines catégories de lois concernant les transports par voiture automobile sont donc valables pour lui, notamment les prescriptions générales sur la construction des véhicules, les conditions de mise en service par une entreprise privée, les taxes et la responsabilité encourue par les compagnies pour les dommages causés aux personnes et aux choses. En particulier l'ordonnance du 28 mai 1934 fixe ainsi les caractéristiques auxquelles doivent répondre la construction des véhicules :

- Largeur maximum : 2,35 mètres au-dessous de 7 tonnes.
- " " : 2,50 mètres au-dessus de 7 tonnes.
- Hauteur maximum : 4 mètres.
- Poids maximum du véhicule à 2 essieux : 13 tonnes.
- " " " 3 essieux : 18,5 tonnes.
- Longueur maximum de l'attelage voiture et remorque : 22 mètres.

Mais, si pour certaines catégories de prescriptions, le trolleybus est assimilé aux autobus, pour un certain nombre d'autres, étant comme le tramway un véhicule qui emprunte son énergie à une ligne aérienne, il reste soumis à toute la législation relative aux superstructures aériennes.

Enfin le trolleybus, servant aux transports publics de voyageurs, il doit également se conformer à « la loi sur le transport des personnes sur terre ».

Une caractéristique particulière à la construction des trolleybus allemands reste à signaler : aucun de ceux-ci ne possède d'impériale ; cette tendance présente, sur celle suivie en Angleterre, où le trolleybus à impériale s'est généralisé, le gros désavantage d'offrir une capacité de transport bien inférieure pour un encombrement identique de la chaussée. Aussi les exploitants, pour répondre à l'afflux de voyageurs qui se produit normalement aux heures de pointe, sont-ils obligés d'utiliser des remorques qu'ils ne mettent en service que pendant les heures d'affluence.

ORGANISATION ADMINISTRATIVE DES TRANSPORTS PAR TROLLEYBUS EN ALLEMAGNE LE COMITÉ DES TROLLEYBUS

Dans le cadre économique nouveau créé par le gouvernement il y a quelques années, les transports ont été organisés suivant une forme identique à celle de tous les grands services publics : à la tête, un organisme chargé de centraliser et de donner les directives de principe à tous les organismes secondaires présidés par un directeur responsable.

Suivant ce schéma général l'organisation des transports allemands comprend plusieurs groupements classés d'après les services qu'ils ont à remplir.

Le contrôle du trafic des tramways et des autobus appartient au « Groupement du rail et de la route ».

Le « Comité des trolleybus » (Obus-Ausschusses) chargé spécialement de la direction et du contrôle de la construction et de l'exploitation de ce mode de transport, dépend de « L'Association des Sociétés Allemandes des Transports Automobiles » (Verband Deutscher Kraftverkehrs Gesellschaften) qui est elle-

même une section du « Groupement des Transports Motorisés de l'Empire ».

C'est en 1937 que fut créé « le Comité des Trolleybus » à la suite des efforts entrepris en vue de normaliser la construction de ces véhicules. En outre des spécialistes de la V.D.K., le Comité comprend des représentants des entreprises qui exploitent déjà un service de trolleybus, ou qui ont passé commande de matériel de trolleybus, ou qui, enfin, se proposent d'adopter ce mode de locomotion ; à la fin de 1938 le comité comprenait 18 adhérents.

Sa compétence est extrêmement vaste et porte sur toutes les industries qui ont des rapports directs ou indirects avec la construction ou l'exploitation des trolleybus.

Les tâches que lui a assignées le gouvernement sont nombreuses et fort importantes, elles peuvent être classées sous les rubriques suivantes :

— 1° Servir d'agent de liaison entre tous ceux qui s'intéressent à l'extension du trolleybus (entrepreneurs de transport, constructeurs de matériel électrique, carrossiers, producteurs d'énergie électrique, etc...).

— 2° Veiller à ce que tous ses membres échangent entre eux les renseignements susceptibles d'apporter un progrès dans la construction et l'exploitation des trolleybus.

— 3° Servir de « conseil » aux municipalités et aux compagnies qui envisagent la création d'un réseau de trolleybus.

— 4° Procéder aux recherches et aux études économiques relatives à ce mode de transport.

— 5° Suivre le développement des trolleybus à l'étranger et centraliser toute la documentation publiée à ce sujet.

Toute latitude a été laissée au Comité de se réunir quand et là où il voudrait ; en particulier il siège lorsqu'il est sollicité par une Municipalité ou une Compagnie de donner son avis ou son approbation à la construction d'une ligne nouvelle ou à la modification de lignes existantes.

A ce Comité a été adjoint un Comité technique composé de 5 membres du Comité des Trolleybus et présidé par le rapporteur général.

Ce « comité technique » a deux objets ; le premier est de coopérer d'une manière très étroite avec les constructeurs de matériel électrique et automobile, afin d'établir de concert les

caractéristiques d'un ou plusieurs types de trolleybus répondant aussi parfaitement que possible aux besoins des diverses exploitations ; le deuxième, de poser les principes qui doivent guider les constructeurs dans leurs recherches de simplification et de standardisation du matériel.

Ce comité, après deux années d'études, en collaboration étroite avec les constructeurs, a mis au point deux types de voitures qui, sauf dans des cas spéciaux, répondent parfaitement aux besoins de la plupart des exploitations. Il va sans dire que pour ces cas spéciaux, lorsqu'il s'agit d'assurer le trafic d'une grande ville comme Berlin par exemple, l'utilisation d'une voiture à plus grande capacité reste prévue ; il n'est pas non plus impossible qu'un autre type de voiture soit adopté, pour répondre aux conditions qu'imposent les villes de petite ou de moyenne importance.

Afin d'assurer l'application de cette politique, le Comité des Trolleybus et les constructeurs qui y ont adhéré, se sont assurés réciproquement que, dans le cas d'une installation de ligne de trolleybus, le comité ne conseillerait à l'exploitant que l'acquisition des voitures d'un type normalisé, et que les constructeurs, de leur côté, ne proposeraient et ne livreraient que des véhicules conformes aux caractéristiques établies.

Cette collaboration entre les pouvoirs publics et les constructeurs de trolleybus a eu comme résultat :

1°) de normaliser et simplifier la construction des trolleybus et d'en diminuer ainsi le prix de revient.

2°) d'augmenter le rentabilité des entreprises en diminuant les frais d'exploitation.

3°) de procurer aux usagers, par l'utilisation de ce mode de transport, le maximum de confort et de sécurité.

4°) de discipliner, dans l'intérêt de l'économie générale, un développement désordonné et d'éviter le gaspillage des matières premières.

De cette brève étude, il ressort que depuis quelques années une tendance s'est manifestée en faveur du trolleybus. Un grand nombre de réseaux de tramways petits et moyens se prêtent bien à leur remplacement par ce mode de transport ; on peut donc penser qu'après les hostilités, l'Allemagne, pour remettre en état son réseau de transports en commun désorganisé par la guerre, fera un large appel au trolleybus.

CHAPITRE VI

Le trolleybus dans divers pays

A. — RUSSIE

Si le nombre des installations de trolleybus est peu élevé en Russie (5 pour l'ensemble du pays) le développement pris par ce mode de transport à Moscou, place la capitale de la Russie au deuxième rang dans le monde pour l'importance de son réseau.

Depuis l'inauguration de la première ligne en 1934, le développement du trolleybus fut extrêmement rapide. De 2 véhicules en service à cette date, le parc s'élève à 30 unités en 1937 et à 400 en 1939. Ce développement se fit entièrement aux dépens des autres modes de transport et en particulier du tramway qui vit son trafic décroître rapidement ; alors qu'en 1934 les tramways absorbaient 92 % du trafic, en 1937 ce pourcentage était tombé à 81 % ; depuis, ce mouvement n'a fait que s'accroître, bien qu'à l'heure présente, les tramways restent encore à la base du système de transports en commun, dans la région de Moscou.

Le programme général d'organisation des transports, publié en 1941 peu de temps avant l'entrée en guerre de la Russie, prévoyait pour l'année 1945 la répartition suivante du trafic entre les différents modes de locomotion.

Tramways	34 %
Métropolitain	30 %
Autobus	22 %
Trolleybus	14 %

Dans les circonstances présentes, il est probable que la réali-

sation de ce programme est arrêtée ; plus tard, lorsque le moment sera venu de réorganiser le réseau de transports en commun partiellement détruit par les bombardements, il est possible que le gouvernement Russe, devant les résultats obtenus dans le passé, fasse beaucoup plus largement appel au trolleybus.

B. — LES TROLLEYBUS BELGES

En Belgique, les premières exploitations de trolleybus ont vu le jour relativement assez tôt, mais par la suite, elles n'ont pas pris une grande extension. Les tramways assurent encore la presque totalité des transports urbains et suburbains. Seules trois grandes villes possèdent, à l'heure actuelle, un réseau de trolleybus : Bruxelles, Liège et Anvers.

C'est la ville de Liège qui la première adopta ce mode de transport ; en 1929, la « Société des Tramways Unifiés de Liège » décidait de transformer un certain nombre de ses lignes de tramways ; l'année suivante elle ouvrait au public sa première ligne de trolleybus ; en 1934 son réseau comprenait 6 lignes, d'une longueur totale de 25 kilomètres, desservies par 36 trolleybus. Malgré les conditions difficiles d'exploitation, la plupart des trajets étant accidentés (on rencontre des pentes de 8,5 et même 10 %), ce nouveau mode de transport donna entière satisfaction. Devant ces résultats, la Société demanda et obtint, par arrêté royal, l'autorisation de créer 6 nouvelles lignes de trolleybus ; en même temps, pour répondre à l'accroissement du trafic, elle portait de 40 à 90 l'effectif de son parc.

A l'heure actuelle, des projets sont à l'étude en vue de la transformation d'un certain nombre de lignes suburbaines de tramways.

A Anvers la première ligne de trolleybus fut mise en service en 1934 ; elle avait 5 kilomètres de longueur et était desservie par 10 voitures. A la veille de la guerre, deux autres lignes étaient sur le point de lui être adjointes.

Il fallut attendre 1939 pour voir la Capitale adopter à son tour ce mode de transport. Depuis longtemps le projet était à l'étude ; il prévoyait une ligne allant d'Ixelles à Forest par le haut de Saint-Gilles ; celle-ci aurait desservi trois gros faubourgs ainsi que le quartier Léopold et serait passée à proximité du centre d'affaires que constitue la Place de Namur.

La réalisation dépassa le projet initial ; au lieu de se termi-

ner à Ixelles comme il avait été prévu, elle fut prolongée, pour aboutir finalement à l'Eglise de Machelen à 16,600 km. du point de départ.

On peut espérer que ces quelques lignes de trolleybus ne sont que le début d'un programme plus vaste de modernisation des transports urbains en Belgique.

C. — LE TROLLEYBUS EN SUISSE

C'est en 1913 que fut mise en service la première ligne de trolleybus entre Fribourg et Fawagny, mais elle ne prit jamais une grande importance. Il faut attendre ces dernières années pour voir ce mode de transport acquérir « droit de cité » dans un certain nombre de villes suisses : Lausannes l'adopte en 1932, Winterthur en 1938 et Zurich l'année suivante.

Villes	Année de la mise en service	Nombre de véhicules	Longueur de lignes exploitées
Lausannes	1932	36	17,3 km.
Winterthur	1938	3	3,1 km.
Zurich	1939	6	3,2 km.

Le réseau de beaucoup le plus important est celui de Lausannes, dont la première ligne fut ouverte au public le 1^{er} novembre 1932. Jusqu'à cette date les tramways assuraient presque la totalité du trafic de la ville. Ce n'est qu'en 1929 que leur furent adjoints des autobus pour un certain nombre de lignes destinées à assurer les services de transport dans les quartiers faiblement peuplés ne justifiant pas la construction onéreuse de voies de tramways ; mais la situation topographique de la ville, où les rampes atteignent dans certains quartiers jusqu'à 18 %, rendit l'exploitation de ces lignes d'autobus beaucoup plus onéreuse que les projets ne l'avaient prévu ; aussi lorsque en 1932, le problème s'est à nouveau posé de la modification d'une voie de tramways, la Société des Tramways Lausannois a-t-elle décidé d'installer à titre expérimental une ligne de trolleybus ; cette ligne de 1.760 mètres de longueur desservait le port d'Ouchy et la Gare-Centrale. Dès sa mise en service les résultats d'exploitation se montrèrent excellents ; l'usure du matériel était très faible et l'entretien des véhicules peu coûteux. Devant ces résultats la Compagnie des tramways Lausannois décida de poursuivre son programme de suppression des lignes de tramways

sur les parcours à forte pente et de les remplacer par des trolleybus. Aujourd'hui son réseau atteint une longueur de 17 kilomètres et son parc un effectif de 36 unités. Le 15 mai 1939 a été inaugurée la dernière ligne du programme de développement du trolleybus à Lausannes.

Ce n'est que 6 années après la mise en service du premier trolleybus à Lausannes, que la ville de Winterthur l'adopte pour ses transports urbains : une ligne de 3 kilomètres de longueur fut ouverte au public, le 28 décembre 1938, après des essais qui durèrent près d'un mois ; celle-ci relie la gare des Chemins de Fer Fédéraux au centre du village de Wülflingen et remplace l'ancienne ligne de tramways à voie unique.

Les derniers résultats connus montrent que le matériel fixe et roulant a donné entière satisfaction. De plus il apparaît qu'après la première période de curiosité, le trafic a augmenté sensiblement.

Enfin la ville de Zurich, au printemps 1938, adoptait le trolleybus pour une partie de ses transports en commun. Jusque-là les tramways assuraient la presque totalité du trafic (92 %) ; mais, à cette date, la direction des tramways de Zurich, après de nombreuses études, décidait de transformer à titre expérimental la ligne d'autobus Bucheggplatz-Bezirksgebaude pour la marche par trolleybus ; au mois de mai de la même année la ligne était inaugurée.

Les derniers résultats d'exploitation connus marquent un certain nombre d'avantages en faveur de ce mode de transport dont le principal est l'augmentation de la vitesse commerciale qui se traduit par une diminution de l'effectif de voitures nécessaires pour assurer le service (5 trolleybus contre 6 autobus aux heures d'affluence). Cet avantage se trouve encore augmenté du fait que, pour une même longueur et un même poids des véhicules, le nombre de places disponibles dans un trolleybus est d'environ 30 % supérieur à celui de l'autobus.

Pour conclure on peut constater que malgré le faible développement des trolleybus en Suisse, ce pays devant les événements internationaux, tourne de plus en plus ses efforts vers un mode de transport utilisant une énergie d'origine nationale. Le trolleybus, synthèse de l'autobus et du tramway, a montré que, dans bien des cas, il était la meilleure solution au problème des transports urbains.

CHAPITRE VII

Le trolleybus dans le monde

A côté des différents pays que nous venons d'énumérer on rencontre encore des réseaux de trolleybus au Danemark (18 véhicules au total, répartis entre les villes de Copenhague, Nord-Seeland et Odense), en Norvège, aux Pays-Bas, en Tchécoslovaquie, en Hongrie, en Pologne et en Roumanie.

Le tableau suivant extrait des statistiques publiées par le « Bulletin d'Informations Economiques et Financières du Syndicat Général de la Construction Electrique » résume la situation des trolleybus dans le monde à la fin de l'année 1938 (Tableau 38).

Pays	Nombre d'exploitations	Nombre de trolleybus	
		1938	1939
<i>Europe.</i>			
Grande-Bretagne	35	3.200	4.000
Italie	18	500	—
Allemagne	12	50	98
France	6	50	150
Russie	5	400	1.000
Belgique	4	130	130
Autres pays	10	—	—
<i>Amérique.</i>			
Etats-Unis	49	2.000	2.255
Amérique du Sud	2	—	—
<i>Asie.</i>			
Japon	9	—	—
Indes	5	—	—
Chine	2	—	—

Afrique.

Maroc	}	1		—
Algérie		2	40	78
Tunisie		1		—
Afrique du Sud		4		—

Océanie.

Australie	5		—
-----------------	---	--	---

<i>Total</i>	170	6.500
--------------------	-----	-------

TABL. 38. — *Développement du trolleybus dans le monde
à la fin de l'année 1938.*

DEUXIEME PARTIE

ETUDE ECONOMIQUE

CHAPITRE PREMIER

Des avantages et des inconvénients du trolleybus

En France, durant les années qui ont précédé la guerre de 1939-1940, les nombreux projets d'installation de trolleybus présentés, ont rencontré auprès des pouvoirs publics, à de rares exceptions près, une indifférence presque complète et même, dans certains cas, une opposition difficile à expliquer. Il existe une tendance à ignorer les avantages que présente ce mode de transport sur l'autobus pour n'envisager que la sujétion imposée par la ligne aérienne.

Aussi, après avoir montré dans la première partie de ce travail l'essor considérable pris par le trolleybus à l'étranger, nous voudrions maintenant essayer d'en dégager les causes tant au point de vue technique qu'économique.

Le premier chapitre comportera deux sections consacrées, la première à la comparaison des avantages et des inconvénients du trolleybus par rapport à ceux de l'autobus ; la seconde à celle des avantages et des inconvénients du trolleybus par rapport à ceux des tramways.

SECTION I. — COMPARAISON ENTRE LE TROLLEYBUS ET L'AUTOBUS

A) *Qualités.*

Au point de vue national, la première qualité du trolleybus est d'utiliser l'énergie électrique qui, dans bien des pays apparaît comme la seule source d'énergie d'origine nationale. Qu'elle soit d'origine thermique comme en Angleterre au sous-sol riche en combustibles solides, ou d'origine hydraulique comme en

France ou en Suisse, l'énergie électrique présente toujours les mêmes avantages en temps de paix qu'en temps de guerre.

En période normale, toute agglomération qui possède une ou plusieurs centrales électriques trouve dans le trolleybus un client qui lui assure une meilleure utilisation et améliore par cela même son rendement économique.

Le courant électrique qui prend naissance sur le sol national n'est pas lié aux vicissitudes de la politique étrangère tant commerciale que financière, à laquelle l'importation et le prix des carburants restent étroitement soumis.

Dans le domaine des transports la substitution du trolleybus à l'autobus permettra une amélioration sensible de la balance commerciale des pays importateurs de pétrole, ce qui à l'exception de la Russie et de la Roumanie, est le cas de tous les pays européens.

Pour la France en particulier, c'est une partie des 3 millions de tonnes de pétrole qu'elle importait chaque année qu'elle aurait pu économiser en développant davantage l'électrification de son réseau de transport.

Dans les circonstances actuelles, les avantages de l'énergie électrique appliquée à la traction apparaissent inestimables ; seules les villes utilisant des tramways ou des trolleybus peuvent continuer à assurer un service normal, celles, au contraire, ayant systématiquement adopté l'autobus, ont dû arrêter leur exploitation ou, au minimum, la réduire dans des proportions considérables.

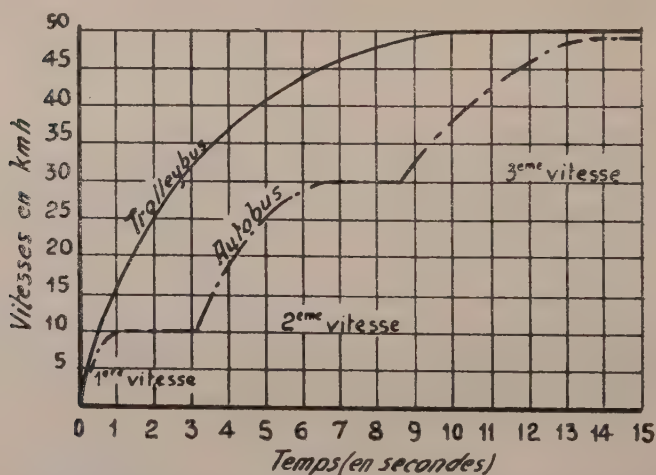
L'utilisation du trolleybus contribue pour une petite part à assurer la liberté économique des pays pauvres en combustibles liquides, en même temps qu'elle offre des débouchés aux réserves d'énergie hydraulique qui constituent une richesse inépuisable du sol.

Le moteur électrique, caractéristique essentielle qui différencie le trolleybus de l'autobus, fait profiter l'usager de tous les avantages que procure la traction électrique sur la traction à essence ou gaz-oil : la rapidité, le confort, la sécurité et la régularité.

Le moteur électrique assure une plus grande rapidité en raison de la grande puissance qu'il peut emmagasiner sous un volume réduit ; grâce à celui-ci, les accélérations du trolleybus sont supérieures à celles des autobus à moteur thermique : en

palier, son accélération de l'ordre de $0,90 \text{ m/sec}^2$ lui permet d'atteindre sa vitesse normale (40 à 50 Km/h) en 8 à 9 secondes, alors qu'il faut 15 secondes à l'autobus ; en terrain accidenté cet avantage est encore plus net. Les essais tentés il y a quelques années en Suisse pour déterminer la distance parcourue au démarrage en un temps donné ont été tout à fait concluants ; ils ont montré qu'en 10 secondes, sur une rampe de 8,5 % un autobus de 100 chevaux ne parcourait que 27 mètres alors qu'un trolleybus de 87 chevaux en parcourait 53. Ces résultats tiennent à deux causes, d'une part à la grande souplesse du moteur électrique qui lui permet de supporter de très fortes surcharges pouvant aller jusqu'au double de la charge normale, et surtout à l'absence de boîte de vitesse qui permet au trolleybus de réaliser des vitesses moyennes plus élevées ; en effet, sur tous les véhicules possédant un changement de vitesse, l'accélération se produit par paliers successifs qui entraînent une perte de temps et de vitesse alors qu'au contraire sur tous les véhicules électriques l'accélération est progressive, sans aucune discontinuité.

C'est ce que montre le graphique suivant qui donne, en fonction du temps, la courbe d'accélération d'un trolleybus et d'un autobus de puissance équivalente. (Tableau 39).



Tabl. 39: Courbes d'accélération d'un trolleybus et d'un autobus de puissance équivalente

Les accélérations très rapides du trolleybus permettent à celui-ci de réaliser dans les grandes villes où les transports en commun sont obligés à des arrêts fréquents, une vitesse commerciale plus élevée que celle de l'autobus. C'est ainsi que pour un trolleybus moderne dont la vitesse normale est de 50 kilomètres à l'heure, la vitesse moyenne s'élève à 22 kilomètres alors que dans les mêmes conditions d'exploitation elle n'atteint que 15 à 18 kilomètres pour les autobus les plus puissants et 12 à 15 kilomètres au maximum pour les tramways.

D'autre part le temps d'arrêt qu'il faut consacrer au refroidissement du moteur est plus faible pour le trolleybus que pour l'autobus : sur certaines lignes en effet, comme celle exploitée par la Compagnie des Tramways de Rouen qui comporte une rampe de 10 % sur plus d'un kilomètre, on est obligé de prévoir au terminus un arrêt de 7 minutes pour laisser refroidir le moteur de l'autobus alors que seulement une minute est nécessaire pour le trolleybus. Cet avantage est dû au moteur électrique qui, à condition d'avoir été prévu assez largement pour ne pas avoir à « travailler » en service normal au-dessus de sa puissance, se refroidit mieux en marche qu'à l'arrêt, exception faite des périodes de freinage intense. Dans l'organisation des horaires, il est donc généralement inutile de prévoir des arrêts prolongés pour le refroidissement du moteur ; il en résulte une vitesse commerciale plus grande grâce à la diminution des pertes de temps.

Le confort.

De ce point de vue le trolleybus l'emporte également sur l'autobus : sa marche est remarquablement silencieuse grâce à l'absence de boîte de vitesse ; en effet, la manœuvre de cette dernière, que l'expérience a montré se produire dans une ville de moyenne importance trois fois par minute, entraîne non seulement de fortes secousses mais aussi, bien souvent, un grincement bruyant et désagréable.

Son roulement sur pneumatiques lui assure une marche très douce. Les trépidations transmises à la carrosserie de l'autobus par le mouvement alternatif des pistons du moteur thermique, les heurts entraînés par un frein mécanique nécessairement brutal, sont remplacés dans le trolleybus par des démar-

rages, des accélérations et des arrêts dont la progressivité et la douceur sont très appréciées du public.

Grâce à l'utilisation du moteur électrique, le trolleybus ne présente pas l'inconvénient de rejeter dans l'atmosphère des villes les produits nocifs contenus dans les gaz d'échappement des autobus à moteurs thermiques. En une minute, un autobus en service normal dégage 30 litres d'oxyde de carbone, dont l'extrême toxicité est bien connue ; à une dose de 5 %, il est mortel et à des teneurs infiniment plus faibles il est déjà la cause de nombreux malaises. En dehors de ce produit, les gaz d'échappement contiennent d'autres composés moins dangereux, mais désagréables à l'odorat.

Enfin le moteur électrique qui dégage infiniment moins de chaleur que le moteur thermique permet au trolleybus d'assurer un confort plus grand à ses usagers.

Sécurité.

De ce point de vue, la supériorité du trolleybus sur l'autobus est également très nette.

Les dangers d'incendie, toujours à redouter dans les véhicules à moteur thermique qui comportent des réservoirs importants de substances combustibles ou explosives, sont pratiquement supprimés sur le trolleybus.

La fonction freinage, qui est l'élément fondamental de la sécurité est particulièrement bien assurée sur le trolleybus où trois systèmes distincts en sont chargés :

— Un frein mécanique actionné par le conducteur dont on multiplie la force et diminue la fatigue par le servo-frein employé depuis plusieurs années déjà sur les autobus.

— Un frein à levier, de secours et de maintien à l'arrêt des véhicules arrêtés sur une pente.

— Enfin un freinage électrique. C'est sur ce système qu'il convient d'insister, car il procure une sécurité beaucoup plus grande aux usagers tout en réduisant, dans des proportions importantes, l'usure des garnitures des freins mécaniques. Ceux-ci n'entrent, en effet, en action qu'au dessous de la vitesse limite du freinage électrique qui est de l'ordre de 15 kilomètres à l'heure. Le freinage électrique absorbe 90 % de la force vive du trolleybus et 10 % seulement restent à absorber

par les freins mécaniques ; ceci explique la durée beaucoup plus longue des garnitures de frein des trolleybus que celle des autobus, même de poids moindres.

Le freinage électrique s'opère par l'intermédiaire du moteur que l'on peut faire fonctionner en génératrice, celui-ci étant entraîné par la force vive du trolleybus que l'on désire ralentir ou arrêter.

Ce freinage peut être double ; « rhéostatique » si l'énergie fournie par le moteur transformé en génératrice est absorbée par des résistances ou à « récupération », si l'on permet à cette énergie de retourner à la ligne de contact où elle peut servir à l'alimentation d'autres trolleybus ; ce dernier système, qui permet de transformer la plus grande partie de l'énergie cinétique du véhicule en énergie électrique plutôt que de la faire absorber par les garnitures de frein en les usant et en produisant une chaleur inutile, présente, à l'heure actuelle où la consommation de l'énergie électrique est rationnée, un intérêt encore plus évident que jadis où celle-ci cherchait à s'employer.

Régularité.

Celle-ci est encore une conséquence de l'utilisation du moteur électrique au service d'un véhicule très maniable.

Le moteur électrique, éminemment simple, ignore la panne, si fréquente dans les moteurs à explosion et n'entraîne qu'un entretien bien moindre, tous les organes de la voiture étant soumis à des efforts uniquement progressifs.

Les déraillements des perches sont devenus aujourd'hui, grâce aux progrès réalisés dans les systèmes de prises de courant, presque inexistantes : sur le réseau de Lyon, par exemple, on ne compte que un déraillement par 10.000 kilomètres parcourus. Pour une autre exploitation, en service depuis 1932, et dont les véhicules ont parcouru près de 5 millions de kilomètres, on compte par 100.000 kilomètres :

- 8 incidents d'équipement électrique.
- 0 incident de moteur de traction.
- 4,5 incidents d'ordre mécanique.
- 0,6 incidents à la ligne aérienne.
- 6 déraillements de perche.

Le coefficient de régularité de cette exploitation a atteint 99,8 ; il représente le nombre de kilomètres réellement parcourus par rapport à celui des kilomètres prévus aux horaires.

Défauts.

Mais le trolleybus ne présente pas que des avantages sur l'autobus, un certain nombre d'inconvénients lui sont imputés, dont le principal est d'être lié à la ligne aérienne et de posséder ainsi une direction bien définie.

Le trolleybus ne peut se « désaxer » que de 4 mètres de part et d'autre de la ligne de contact ; si celle-ci est axiale, la voiture peut alors occuper toutes les positions sur une chaussée de 10 mètres de large environ. A cette sujétion imposée par la ligne de contact se rattache un certain nombre d'inconvénients dont le principal est de présenter une mobilité bien moindre que l'autobus indépendamment de tout tracé défini à l'avance. Celui-ci peut se plier aux circonstances exceptionnelles qui entraînent une modification momentanée des itinéraires : un incendie, un incident de voirie, etc... interrompent complètement le trafic d'une ligne de trolleybus alors que dans le cas d'une ligne exploitée par autobus, il n'en modifie que temporairement le tracé.

Un inconvénient qui se rattache essentiellement au manque de mobilité de ce véhicule, et qui se présente souvent en Angleterre où, pour la première fois, il a été mis en lumière, est la difficulté que le conducteur rencontre à conserver, en cas de brouillard, une position correcte sous la ligne aérienne ; il doit prêter une attention beaucoup plus grande qu'un chauffeur d'autobus qui n'a à se préoccuper que de la conduite de son véhicule ; il en résulte une fatigue plus grande du personnel pour un service identique.

La sujétion à une ligne de contact pose d'autre part un certain nombre de problèmes dont le principal est celui des changements de direction ; une exploitation moderne de transports en commun veut en effet que les voitures en service puissent effectuer des demi-tours à des places différentes sur le parcours de la ligne ; dans une entreprise d'autobus, cela ne présente aucune difficulté, le conducteur n'ayant qu'à choisir un carrefour au cas où la largeur de la rue ne lui permettrait pas d'effec-

tuer la manœuvre ; dans une installation de trolleybus, au contraire, un changement de direction suppose la création préalable d'une ligne de contact faisant une boucle. Une telle installation entraîne des dépenses importantes et ne peut pas toujours être réalisée aussi fréquemment qu'il serait nécessaire.

Enfin, l'obligation pour le trolleybus d'avoir toujours à suivre un itinéraire préétabli, le rend impropre à assurer un certain nombre de services spéciaux, tels que la location privée, les courses ou les sports, ou toute autre manifestation publique nécessitant, dans la plupart des cas, des parcours en dehors de la zone électrifiée. En supposant même qu'une ligne de trolleybus passe à proximité du lieu de la manifestation, ses véhicules ne seraient pas aussi aptes à remplir ce service que les autobus susceptibles de rouler « en express » ; les trolleybus affectés à ce service occasionnel verraient leur circulation ralentie par les trolleybus assurant le service normal obligés de stopper à tous les arrêts.

La question des pointes de trafic, qui soulèvent des problèmes d'exploitation assez délicats dans les entreprises de transports, est plus facile à résoudre dans les entreprises d'autobus que dans celles de trolleybus. Dans le premier cas en effet, la concentration des véhicules nécessaires pour répondre à l'afflux des voyageurs, est plus facilement réalisable que dans le cas de l'exploitation de réseaux de trolleybus, où les véhicules doivent nécessairement circuler à la suite les uns des autres et ne peuvent emprunter que des routes spécialement équipées pour eux.

Les protagonistes du trolleybus se sont enfin heurtés à des considérations d'esthétique semblables à celles qui furent déjà mises en avant au moment de l'électrification des premiers tramways de Paris, aux environs de 1890. Dans les récents projets d'installation de trolleybus à Paris ces mêmes soucis de ne pas « défigurer » les sites à caractère architectural de la capitale réapparaissent. En particulier, rappelons que le dernier projet prévoit que sur le parcours qui doit emprunter le pont de Neuilly, la ligne serait interrompue pendant toute la traversée de la Seine pour ne pas enlaidir le paysage.

Ainsi les critiques n'ont pas manqué aux trolleybus, la principale, d'où découlent d'ailleurs toutes les autres, étant que ce

mode de locomotion ne permet pas de s'éloigner de l'itinéraire imposé par la ligne de contact.

Depuis longtemps cette objection a été levée par l'utilisation de trolleybus dits « Amphibies » en France ou « All services » dans les pays anglo-saxons. C'est aux Etats-Unis qu'eurent lieu les premiers essais.

Deux types de machines sont actuellement en service :

— Si le parcours hors ligne doit être de longue durée et si la vitesse doit y être sensiblement la même que dans le service normal, le trolleybus est muni d'un groupe auxiliaire constitué par un moteur à essence entraînant une dynamo alimentant le moteur du trolleybus.

— Si au contraire il s'agit de supprimer simplement des boucles de retournement du fait que le terminus de la ligne se trouve en un point où l'esthétique prohibe leur présence, ou bien s'il faut franchir une avenue ou une place où ne peut être tolérée une ligne aérienne, une simple batterie d'accumulateurs, dont la recharge est assurée par un petit groupe moteur générateur, permet de résoudre le problème avec le minimum de poids et de prix.

C'est ainsi que deux véhicules de ce type ont été livrés en 1937 au réseau de Tunis, où ils permettent, à la vitesse de 6 kilomètres à l'heure environ, de parcourir 1.500 mètres hors ligne par heure de marche du véhicule.

SECTION II. — COMPARAISON ENTRE LE TROLLEYBUS ET LE TRAMWAY

A) Avantages du trolleybus sur le tramway.

Le principal reproche que l'on fait aujourd'hui au tramway est celui d'embouteiller la circulation qui, dans les grandes villes, en particulier dans les quartiers centraux, est devenue intense. Le trolleybus, au contraire, évolue au milieu des autres véhicules avec la même aisance qu'une voiture ordinaire : il peut doubler une autre voiture, contourner un obstacle, laisser passer un véhicule plus rapide, emprunter les voies à sens unique et les sens giratoires, ce que le tramway était, dans bien des cas, dans l'impossibilité de faire. La grande maniabilité du trolleybus par rapport au tramway a permis

la création de lignes de transport en commun là où il eut été impossible d'établir des lignes de tramways, ce mode de locomotion s'inscrivant avec peine dans une courbe de 15 mètres de rayon alors que le trolleybus peut aisément tourner dans un cercle de 8 à 10 mètres.

Quant à la sécurité, le trolleybus présente un double avantage, pour les usagers d'une part et la circulation en général d'autre part.

Le trolleybus, grâce à sa mobilité qui lui permet de se ranger le long des trottoirs dans les rues de largeur moyenne, évite au public d'avoir à traverser la chaussée pour atteindre la voiture ; le nombre des accidents s'en trouve considérablement réduit ; c'est ainsi qu'à Paris, du temps où les tramways assuraient encore une grande partie du trafic, un nombre important de voyageurs étaient renversés, chaque année, à leur montée ou leur descente de tramway par des automobilistes qui n'avaient pas vu l'arrêt ou qui n'avaient pu s'arrêter à temps.

D'autre part, grâce à l'adhérence des pneumatiques sur le sol, bien meilleure dans les conditions normales que celles des roues métalliques sur les rails, grâce aussi à son double système de freinage, électrique et mécanique, le trolleybus peut emprunter, en toute sécurité, des routes très accidentées comportant des rampes de 13 % alors que le tramway ne peut guère dépasser comme déclivité 7 % et que des mesures spéciales de sécurité s'imposent dès que celle-ci atteint 5 %.

Du point de vue de la circulation générale l'installation d'un réseau de trolleybus qui ne nécessite pas la pose de rails enrobés dans le sol, rails qui constituent un danger permanent pour la sécurité des autres modes de transport, bicyclettes et même automobiles, présente par rapport aux installations de tramways un plus grande sécurité.

La plus grande souplesse du trolleybus rend ce dernier susceptible de réaliser des vitesses commerciales supérieures à celles du tramway ; dans les grandes agglomérations où la circulation est intense et où des arrêts très fréquents sont nécessaires pour le « ramassage » des voyageurs, la vitesse du trolleybus est normalement de 22 kilomètres à l'heure alors que celle du tramway varie entre 12 et 15 kilomètres.

Enfin le trolleybus, en cas d'avarie, n'encombre pas la

chaussée et n'immobilise pas le trafic sur toute la longueur de la ligne ; celui-ci est rangé le long du trottoir et la ligne est rendue à la circulation des autres véhicules grâce à l'abaissement des trolleys.

Quant au confort, le trolleybus l'emporte également sur le tramway ; sa marche est remarquablement silencieuse, le trolleybus ne comportant pas de roulement acier contre acier et toute sa masse étant suspendue.

B) *Défauts.*

Si, dans la comparaison du tramway et du trolleybus, les avantages de ce dernier semblent l'emporter, on peut cependant relever quelques inconvénients à la charge du trolleybus.

Pour être capable d'assurer un trafic normal et régulier, une exploitation de trolleybus doit trouver des chemins et des routes en bon état. En fait, cette condition est certainement une des premières à être réalisée, car peu de villes possèdent aujourd'hui une chaussée en si mauvais état qu'elle ne puisse supporter une ligne de trolleybus.

Une objection plus importante est relative à la capacité de transport du trolleybus ; on lui reproche, comme à l'autobus d'ailleurs, de se prêter mal à l'exploitation des lignes à très fort trafic. Malgré sa vitesse commerciale plus grande, la rotation des véhicules ne peut être suffisamment rapide pour combler la diminution de capacité due à l'impossibilité d'avoir des remorques du moins à l'intérieur des villes. Dans un certain nombre de pays des essais ont été tentés pour accroître la capacité de transport des trolleybus. En Grande-Bretagne la solution a été cherchée dans l'utilisation de véhicules à impériale qui offrent au public un nombre plus grand de places. En Allemagne, au contraire, la solution est cherchée dans l'emploi de remorques.

Malgré ces palliatifs, le trolleybus se prête mal à l'exploitation des lignes à très gros trafic, même momentanément, car une capacité excessive lui ferait perdre une partie des avantages que lui donne sa mobilité.

De cette dernière considération il ne faudrait pas conclure que le trolleybus ne doit pas être utilisé à l'intérieur des villes

où le trafic est intense. La solution doit être cherchée dans une répartition logique du trafic entre les divers modes de transport en commun de surface.

Ce sont ces limites, entre lesquelles l'utilisation du trolleybus devient financièrement intéressante, que nous nous proposons de définir dans l'étude économique du trolleybus.

CHAPITRE II

Etude économique du trolleybus

I. — DU PRIX DE REVIENT

Si ce nouveau mode de transport, qu'est le trolleybus, répond ainsi que nous venons de le voir aux besoins de l'urbanisme moderne, il ne permet de concurrencer les autres moyens de transport que dans certaines conditions.

De nombreuses études et expériences ont permis de définir de façon assez précise les conditions dans lesquelles cette exploitation devient rémunératrice.

Le principe est simple. Il faut qu'il y ait un trafic suffisamment important pour que les charges financières résultant des frais d'installation du matériel fixe (lignes de contact et sous-stations) soient compensées par l'économie réalisée sur les dépenses d'énergie et les frais d'entretien.

Cette question de la détermination des conditions de « rentabilité » d'une entreprise de transport par trolleybus n'est qu'un cas particulier du problème général de l'établissement d'un programme d'exploitation et de la détermination du prix de revient correspondant. Ce n'est que par une étude comparative des prix de revient des divers modes de transport techniquement réalisables que l'on peut définir les limites du domaine de l'utilisation rationnelle de chacun d'entre eux.

Mais cette question est difficile à résoudre car chaque entreprise se fait de son prix de revient une opinion quelque peu personnelle et toujours sujette à caution. Ainsi que l'écrit M. Detœuf, Président de la Commission Générale d'Organisa-

tion du Travail. « Le prix de revient, tout le monde en parle, personne ne sait ce que c'est. Personne ne peut savoir ce que c'est car, comme en un de ces termes métaphysiques qui ont pour chaque philosophe un caractère personnel, chacun de nous enferme dans ces mots « le prix de revient » ce qui lui convient d'y mettre ».

Cette constatation du Président de la C. E. G. O. S. d'apparence d'autant plus paradoxale qu'elle figure en tête d'une brochure intitulée : « Une méthode uniforme pour le calcul du prix de revient », explique les nombreuses divergences que l'on est amené à observer lorsque l'on compare les prix de revient de plusieurs entreprises d'une même branche d'industrie.

Qu'est-ce donc que le prix de revient ? C'est ce qu'une chose a coûté ; c'est l'ensemble des dépenses que l'on fait pour la mettre en état d'être vendue.

Pour que des prix de revient aient un sens au moins au point de vue comparatif, il ne suffit pas que chaque entreprise indique son prix de revient ; il faut encore que chacune d'elles le compose des mêmes éléments et les combine de la même manière.

Or, aucune homogénéité n'existe dans l'organisation des entreprises industrielles et les méthodes de comptabilisation varient non seulement d'une industrie à une autre, mais encore entre entreprises d'une même famille professionnelle. Chaque société a sa méthode propre de gestion et calcule ses prix de revient par application de principes différents, ce qui rend toute comparaison directe extrêmement aléatoire.

Les divergences d'opinion et de méthodes apparaissent surtout dans l'évaluation et la répartition des frais généraux, notamment en ce qui concerne le calcul des charges d'amortissement et de renouvellement du matériel et de l'outillage. Suivant leur conception de l'organisation, deux exploitants peuvent trouver des prix de revient très différents de la réalité pour un même service. Dans la plupart des cas en effet, à sa création ou au cours de sa gestion, une entreprise est amenée à emprunter des capitaux pour créer ou renouveler son matériel ; vis-à-vis de ses créanciers elle s'engage à verser des intérêts et à effectuer le remboursement des emprunts dans un délai maximum fixé au moment de l'émission. En principe la durée d'amortissement des obligations devrait être du même ordre de

grandeur que la durée probable d'existence du matériel que l'emprunt a permis d'acquérir. En fait il n'en est jamais ainsi en raison des difficultés techniques d'évaluation de la durée d'un outillage et des difficultés financières d'échelonnement des dépenses et de l'imputation des intérêts intercalaires. L'exploitant qui a intérêt à utiliser le plus possible et le plus rapidement possible l'outillage qu'il a créé, a tendance à répartir l'amortissement financier d'une façon inégale entre les divers exercices, en proportionnant l'amortissement annuel à l'utilisation réelle du matériel.

Des divergences encore plus grandes se révèlent dans l'imputation des dépenses de renouvellement : dans certaines industries on estime que le prix de revient doit comprendre les charges de renouvellement du matériel qu'il faut remplacer par suite d'usure ou de détérioration prématurée ; dans d'autres, au contraire, on admet plus ou moins implicitement que le renouvellement du matériel doit être réalisé par un nouvel appel à l'emprunt, emprunt qui n'entraînerait aucun accroissement des charges financières si la coïncidence entre la durée d'amortissement du « capital argent » pouvait être rendue pratiquement égale à la durée d'existence du « capital machine » correspondant.

En fait il y a presque toujours accroissement des charges financières en raison de l'impossibilité pratique d'ajustement des prix de revient aux fluctuations, souvent d'allure très différente, du marché de l'argent et du marché particulier de l'industrie considérée.

Dans les sociétés de transport, comme dans toutes les entreprises de services publics, les tarifs sont soumis à l'homologation du gouvernement ou des municipalités ; bien souvent, dans un but social et quelquefois politique, les pouvoirs publics ont empêché les tarifs de suivre les variations du prix de revient.

C'est cette ingérence de l'Etat ou des Départements dans la gestion de certaines entreprises de transport qui a rendu nécessaire l'appui financier de ces collectivités.

Le choix entre ces divers modes de gestion a donné lieu à de nombreuses controverses et les opinions ont beaucoup varié au cours des temps non seulement d'une entreprise à une autre, mais aussi à l'intérieur d'une même entreprise, même lorsque

les variations lentes des conditions économiques générales rendaient plus facile, au moins en apparence, l'examen de ces questions.

Au cours de ces dernières années les industriels français ont essayé de se mettre d'accord sur une méthode uniforme de calcul du prix de revient, celui-ci devant tenir compte d'une façon aussi détaillée et complète que possible de tous les éléments de la gestion :

1°) Le prix de revient devrait comprendre la totalité des dépenses et des charges, en comptant non seulement l'intérêt et l'amortissement du capital, mais encore le renouvellement. Des mesures devraient être prises, de plus en plus, pour faire coïncider, dans la mesure du possible, la durée de l'amortissement financier avec la durée de vie probable du matériel correspondant.

2°) Tous les éléments de la dépense devraient être répartis en chapitres homogènes correspondant à une nature déterminée de service rendu. Chacun de ces chapitres comporterait un nombre de paragraphes d'autant plus grand que les dirigeants de l'entreprise ou les services de contrôle de l'administration désirent se rendre compte d'une manière plus complète et plus précise du fonctionnement et de la gestion de l'entreprise.

3°) Enfin toutes les dépenses doivent être comptabilisées aussi rapidement que possible, dans des périodes comptables d'une durée identique pour toutes les entreprises, et assez courtes pour que les renseignements puissent être utilisés pratiquement.

Depuis fort longtemps ces questions ont été très complètement étudiées aux Etats-Unis et les solutions proposées ont reçu de nombreuses applications pratiques. Le gouvernement fédéral a imposé aux sociétés concessionnaires de transport l'établissement de statistiques d'exploitation suivant des modèles types homologués et l'adoption d'une comptabilité financière soumise à des règles strictement définies.

C'est ainsi que les compagnies de chemin de fer, au nombre de 1.389, qui exploitent environ 400.000 kilomètres de lignes (630.000 km de voie) « l'Interstate Commerce Commission » (I. C. C.) a réparti les dépenses d'exploitation en six chapitres :

1. Entretien des voies et bâtiments : 64 paragraphes (211 à 274).
2. Entretien de l'équipement : 27 paragraphes (275 à 301).
3. Trafic (exploitation commerciale) : 9 paragraphes (309 à 317).
4. Mouvement (exploitation technique et traction) : 50 paragraphes (319 à 368).
5. Services divers (buffets, hôtels, silos, entrepôts) : 6 paragraphes (371 à 376).
6. Services centraux : 12 paragraphes (378 à 389).

Le nombre de paragraphes figurant dans le 52^e Rapport Annuel « Statistics of railways in the United States » (exercice 1939) s'élève à 927 pour les 138 Compagnies de Chemin de fer de « classe I » (1).

L'obligation de la remise de rapports annuels de gestion aussi détaillés, à « cadres rigides » a été étendue non seulement à toutes les entreprises de transport, mais encore aux services publics de toutes natures.

Il serait désirable que la France, suivant l'exemple des Etats-Unis fit dresser, pour chaque branche d'industrie, des modèles types de statistiques et de comptabilité « matières et espèces » qui permettraient aux divers départements ministériels d'exercer, non pas un contrôle illusoire, mais une action, qui tout en étant dictatoriale en ce qui concerne les intérêts de l'Etat, pourrait être régulatrice et protectrice en ce qui concerne les intérêts particuliers de chaque industrie.

C'est cette organisation professionnelle, pour ne pas dire corporative, qui est en voie de réalisation en France depuis la promulgation de la loi du 16 août 1940.

Prix de vente et prix de revient fictif.

En admettant que les prix de revient puissent être fixés d'une manière rationnelle et uniforme en partant des prix de vente des matières premières ou des produits ouvrés utilisés dans l'entreprise considérée, il ne faut pas perdre de vue que chacun de ces prix de vente élémentaires tient compte non seulement du bénéfice légitime du vendeur, mais encore de la part que les gouvernements des pays d'origine se sont réservés, non seule-

(1) Compagnies de chemin de fer ayant des recettes supérieures à 1 million de dollars.

ment sous forme d'impôts, mais encore sous forme de taxes ou primes spéciales.

Nous parlons ici le langage de l'économie libérale qui est le seul compréhensible en matière commerciale, mais même dans ce mode d'expression des faits, nous voyons naître cette idée que les prix de revient, même établis d'une façon rationnelle et suivant des normes fixes, contiennent des éléments variables que l'on peut désigner sous le nom « d'éléments régulateurs » afin de bien marquer qu'ils sont la manifestation tangible des mesures prises par les Etats pour régler les courants des échanges nationaux et surtout internationaux.

Tel pays riche en charbon ou en céréales, favorise l'exportation de ces produits au moyen de primes tandis qu'un autre pauvre en houille ou en blé élève une barrière douanière à l'importation, afin de protéger la production nationale. L'action des Etats et des collectivités tend ainsi à « régler » les prix, de manière à permettre une adaptation des industries nationales à une situation économique déterminée.

Dans une économie libérale c'est par la fixation des droits de douane ou de primes à l'exportation que les gouvernements ont exercé leur action en vue d'équilibrer la balance commerciale, tout en protégeant les industries nationales du pays.

La conception autarcique du « réglage » de l'activité économique d'un pays, donne au gouvernement des moyens d'action directs sur la création et la gestion des entreprises par l'intermédiaire des *corporations*, l'intérêt national étant la préoccupation principale, pour ne pas dire unique, des pouvoirs publics. Ceux-ci posent en principe que toute entreprise qui doit renouveler ou améliorer son outillage doit adopter comme critère dans le choix de la solution à adopter : la réduction au minimum des importations.

Au lieu de faire une comparaison entre les prix de revient des divers modes de production ou de procédés d'exploitation, établis en considérant comme prix d'achat de telle ou telle matière première les prix de vente pratiqués dans le pays, les entreprises doivent agir comme si les pouvoirs publics avaient appliqué à ces matières des droits de douane ou des primes à l'exportation tels que le prix de vente optimum corresponde au mode de production ou au procédé d'exploitation réduisant les importations au minimum.

Il est bien clair que poser le problème sous cette forme c'est le résoudre, car en indiquant son but et en précisant sa volonté le gouvernement simplifie énormément sa tâche ainsi que celle des entrepreneurs.

Quand on pense, par exemple, au temps perdu en France en discussion sur les prix de revient de la traction électrique et de la traction à vapeur dans les chemins de fer, on ne peut que rendre hommage au gouvernement italien qui a coupé court aux controverses en décidant d'électrifier 5.000 kilomètres de ligne en plus de ceux déjà en service, simplement parce qu'il vaut mieux pour l'Italie acheter en capital quelques milliers de tonnes de cuivre et d'acier pour la construction des lignes et des centrales électriques que d'acheter chaque année à l'étranger le combustible nécessaire à la traction de ses trains.

On peut aussi envisager le cas d'une économie, libérée de toutes les entraves que la division même du monde en nations, imposé aux divers stades de leur production et de leur évolution, aux produits de l'activité humaine.

Ce régime peut se concevoir, car il a été réalisé sous une forme approximative et fragmentaire par les grands trusts internationaux ; ceux-ci ont effectué les prospections géologiques et les recherches techniques ; ils ont créé les installations génératrices et les bureaux commerciaux nécessaires pour obtenir certains produits dans les conditions les plus avantageuses en se plaçant au point de vue de « l'économie mondiale ». Bien peu de choses seraient à changer dans ces grands trusts pour que l'immense effort d'organisation qu'ils ont fourni profite à l'ensemble des consommateurs au lieu de servir à les « exploiter ».

On peut imaginer un régime dans lequel les grands trusts internationaux seraient transformés en « Corporations mondiales » et où par exemple un dictateur de l'énergie disposant des richesses du monde pourrait mettre en valeur toutes les sources d'énergie et réaliser leur interconnexion par *conduction* (lignes de transport de force électrique ou « pipe lines » de pétrole ou de mazout) et par *convection* (transport par routes terrestres, maritimes ou aériennes).

Ce dictateur s'attacherait à livrer aux consommateurs en chaque lieu et à chaque moment, l'énergie dont ils ont besoin au

prix minimum correspondant uniquement à la situation géographique et aux conditions techniques du moment.

Dans toute étude comparative de programme d'aménagement des grands services publics, on peut donc se placer à trois points de vue différents.

- celui de l'économie libérale ;
- celui de l'économie autarcique ;
- celui de l'économie mondiale.

Point de vue de l'économie classique.

Dans cette forme d'économie on considère une entreprise déterminée en faisant abstraction des liens naturels qui existent entre elle et l'ensemble des autres entreprises nationales ou mondiales ; autrement dit on la considère comme un tout isolable du reste de l'univers.

Le seul critère du choix de la « machinerie » ou d'une transformation quelconque dans une entreprise publique ou privée est l'abaissement du prix de revient ; seul l'intérêt de la société entre en jeu dans ce choix, indépendamment de celui de l'Etat.

C'est ainsi qu'en France le choix s'est porté, durant ces dernières années, sur les combustibles liquides pour la traction des transports urbains de surface, à l'encontre de l'énergie électrique d'origine hydraulique qui à cette époque cherchait à s'employer.

Dans une telle économie, pour que dans une entreprise de transport, le remplacement d'un matériel A_1 en service par un matériel T_2 soit justifié au point de vue économique, il faut que le prix de revient du service rendu avec ce matériel T_2 ne soit pas supérieur à celui obtenu avec le matériel A_1 . En admettant que le trafic réalisé avec les deux systèmes de transport soit le même (ce qui dans le cas de l'installation d'un réseau de trolleybus consiste à se placer dans le cas le plus défavorable, car l'expérience a montré qu'une telle transformation entraînait presque toujours une augmentation du trafic), il faudra que les dépenses d'exploitation afférentes au matériel T_2 , majorées des charges financières correspondantes à l'acquisition et à l'installation du matériel T_2 , soient inférieures aux dépenses d'exploitation du matériel A_1 . En appelant E_1 et E_2 les dépenses

d'exploitation, F_1 et F_2 les charges financières correspondant respectivement au matériel A_1 et T_2 , on doit avoir :

$$(1) \quad E_2 + F_2 \leq E_1$$

Après substitution du matériel T_2 à A_1 les charges financières de l'entreprise seront $(F_1 + F_2)$; en effet les charges financières relatives au matériel A_1 (amortissement) subsistent malgré le remplacement de celui-ci par un autre matériel.

En appelant E_2 les dépenses d'exploitation du nouveau matériel on doit avoir, en vertu de la relation (1) :

$$E_2 + (F_1 + F_2) \leq E_1 + F_1$$

Les résultats seront d'autant plus intéressants que cette transformation entraînera un accroissement du trafic car, ainsi que le font ressortir les statistiques, les dépenses croissent bien avec celui-ci, mais en général plus lentement que les recettes.

Quoiqu'il en soit l'électrification d'un réseau d'autobus ou la transformation d'un réseau de tramways pour son exploitation par des trolleybus, entraînera un accroissement des charges financières de l'entreprise. L'opération ne sera commercialement « rentable » que dans le cas où la réduction des dépenses d'exploitation du nouveau matériel sera suffisante pour compenser l'accroissement des charges financières, au-delà d'un certain trafic.

Les résultats économiques d'une telle transformation restent également soumis à l'activité générale du pays et en particulier à ses répercussions sur la valeur de la monnaie. Les dévaluations qui se sont succédées depuis la guerre ont eu pour conséquences de diminuer dans des proportions considérables l'importance des charges financières par rapport aux autres éléments de la dépense. C'est ainsi qu'en France les charges financières des électrifications réalisées avant la guerre de 1914 ne figurent plus dans les comptes des réseaux que pour des valeurs minimes.

Point de vue de l'économie autarcique.

Dans les pays à économie autarcique le prix de revient tend à jouer un rôle beaucoup moins important que dans les pays à économie classique.

Le prix de revient minimum n'est plus le seul critère du choix du matériel à adopter ; l'entreprise n'est plus envisagée isolé-

ment, mais comme faisant partie d'un ensemble constitué par toutes les autres entreprises du pays.

Dans un tel système, à la base de toute étude économique, une distinction est faite entre les dépenses correspondant à des achats à l'étranger et celles correspondant à des achats effectués à l'intérieur du pays même.

Dans un projet d'installation de trolleybus, une distinction sera effectuée, pour chacun des chapitres de dépenses afférent au matériel A_1 et T_2 entre les dépenses nationales et les dépenses d'importation.

Soit E^n_1 et E^n_2 les dépenses nationales ;

E^i_1 et E^i_2 les dépenses d'importation ;

F^n_1 et F^n_2 les charges financières correspondant à des opérations normales à l'intérieur du pays ;

F^i_1 et F^i_2 les charges financières correspondant à des emprunts effectués à l'étranger ou à l'intérieur du pays avec garantie de change.

Dans une telle économie, pour que la situation, non de l'entreprise particulière, mais de l'ensemble des entreprises du pays soit aussi favorable que possible, il faut que l'on ait

$$E^i_2 + F^i_2 < E^i_1 + F^i_1$$

La question principale n'est pas de savoir si cette transformation aura des répercussions avantageuses sur le prix de revient particulier, mais surtout de calculer aussi exactement que possible la réduction des importations qui en résultera.

C'est ainsi qu'en Italie, pays qui le premier a envisagé le problème sous cet aspect, on a considéré la question de l'électrification ferroviaire et routière. Les projets d'électrification ferroviaire ont établi une comparaison entre les quantités de charbon importées chaque année et les quantités de matières premières, cuivre et fer, qu'il faudra acheter à l'étranger une fois pour toutes. C'est ainsi que, sans considérer en détail les économies que procure la substitution de l'énergie électrique à la vapeur, le gouvernement italien a décidé un programme d'électrification de 5.000 kilomètres de lignes de chemin de fer et 7.000 kilomètres de route.

L'Allemagne, qui depuis l'arrivée au pouvoir du Chancelier Hitler a adopté une politique d'autarcie économique, envisage les questions d'électrification sous un aspect identique. Lors de tout projet d'électrification, l'étude porte moins sur la détermi-

nation du prix de revient, que sur les besoins en devises étrangères entraînés par sa réalisation. C'est ainsi que pour la transformation du réseau de transports en commun de la région de Leipzig, l'étude des divers modes de locomotion susceptibles d'assurer le service a été effectuée en déterminant les besoins en devises entraînés par chacun d'eux.

Le tableau suivant donne un résumé de cette étude.

	Dépenses relatives de matières à acheter à l'étranger		
	Autobus Diesel	Trolleybus	Tramways
Carburant	62,9	—	—
Ligne de contact			
— cuivre	—	4,1	2,3
— fer	—	0,2	0,1
Véhicules			
— caoutchouc	36,9	36,9	—
— fer	0,2	0,2	0,3
Rails	—	—	2,7
	100	41,4	5,4

L'examen de ce tableau montre que c'est le tramway qui, de loin, nécessite le moins de devises étrangères avec 5,4 % seulement de ce que nécessite l'autobus. Le trolleybus, dans cette classification, n'arrive qu'après le tramway, avec 41 %, l'Allemagne étant tributaire de l'étranger pour le caoutchouc.

Mais, par contre, l'installation d'un réseau de tramways entraîne la consommation d'une grande quantité de fer et d'acier ; cette dernière considération n'a pas été sans influencer l'impulsion donnée, ces dernières années, par le gouvernement du Reich, au développement des trolleybus qui entraîne une consommation beaucoup plus faible de ces deux métaux.

Ces deux pays à tendance autarcique se sont moins occupés du profit immédiat qui doit résulter pour les producteurs et les consommateurs des échanges internationaux, que de sauvegarder et de développer conjointement les diverses branches de la production nationale. L'autarcie poursuit l'idéal d'un régime économique complexe qui, comme l'a dit l'économiste allemand List, doit être celui de la « nation normale ».

Le malaise international qui devait aboutir à la guerre de 1939, a amené presque toutes les nations du globe à suivre plus

ou moins une telle politique économique. En Europe notamment, celle-ci a été poussée en quelque sorte à l'invraisemblance, puisque même la Roumanie, pays notoirement riche en pétrole, s'est intéressée, ces dernières années, au développement et aux applications du gazogène à la traction automobile avec autant d'intérêt que l'Allemagne ou l'Italie.

Au lieu d'essayer d'utiliser dans les meilleures conditions les richesses que la nature a inégalement réparties sur la terre entière, par des accords internationaux, chaque nation s'efforce de tirer de son sol des substances analogues ou équivalentes à celles qu'il ne peut ou ne veut plus acheter à l'étranger.

Il n'apparaît pas que cette politique, créée en vue de la guerre et qui, pendant les hostilités, a pris son plein développement, constitue un idéal vers lequel chaque pays doive tendre.

Point de vue de l'économie mondiale.

Avant la guerre cependant, dans les pays qui n'avaient pas voulu adopter une politique d'autarcie, une certaine spécialisation professionnelle tendait à se réaliser entre eux ; chaque spécialité alimentait une clientèle qui s'étendait presque au monde entier. L'Australie fournissait la laine de ses moutons, le Brésil son café ; une localité du département du Tarn, Mazamet, était spécialisée dans l'opération du lavage des peaux.

Mais le fait que le monde entier tendait à devenir un vaste atelier où chaque région se consacrait à une série d'opérations spécialisées, se heurtait à la division politique du monde en nations.

Successivement, on a vu les grands pays dresser des barrières douanières pour constituer à leur intérieur une sorte d'atelier national qui assurerait à peu près la satisfaction de tous les besoins de la population.

Toute autre serait la politique d'un ministre de la production (Agriculture, Industrie, Commerce) dans les Etats-Unis, non d'Amérique ou d'Europe, mais du Monde.

Ce ministre répartirait le travail par région, de manière à assurer la production de chaque chose « utile » à la communauté humaine au « lieu » où les conditions naturelles ou géographiques seraient les plus favorables.

Après avoir déterminé en position et en grandeur, les centres

naturels de production des matériaux et les centres de consommation d'un produit quelconque ; il faudrait calculer la position et l'importance des lieux d'élaboration de ce produit, qui, dans certains cas pourraient coïncider avec le centre de production des matières premières, de façon que tous les points du globe puissent être alimentés en moyenne dans des conditions optima.

Un tel système économique, fondé sur la division du travail dans le cadre international, pourrait atteindre une haute productivité et permettrait d'obtenir, à effort égal, de meilleurs rendements qu'un système limité au cadre national. Ce dernier, en effet, favorise des industries qui, ne trouvant pas dans leur milieu naturel des conditions favorables à leur essor, entravent le développement de celles qui auraient pu prendre une place prépondérante. Il serait préférable dans un système économique mondial d'abandonner à elles-mêmes les industries peu vigoureuses, au risque même de les voir disparaître, et laisser l'activité économique se concentrer sur celles répondant le mieux aux conditions locales.

Mais on se rend compte de la multitude d'enquêtes, de recherches et d'études que comporteraient de tels calculs économiques ; il n'en est pas moins certain que ces calculs qui peuvent être considérés comme l'aboutissement des calculs fragmentaires que font les importateurs et les exportateurs, compte tenu des droits de douane, ne pourront être scientifiquement exécutés que lorsque les statistiques économiques seront établies sur des bases uniformes et quand les recherches relatives à l'utilisation des ressources du monde seront poursuivies d'une façon méthodique.

De telles études pourraient être réalisées par une sorte de « Conseil Economique Mondial » où figureraient des techniciens capables de dresser des plans généraux de travail en toute objectivité, en dehors de toute considération politique.

La Société des Nations, organisme essentiellement politique, a bien effectué quelques tentatives dans ce sens, mais a échoué dans son œuvre. Deux conférences furent réunies à Genève, l'une en 1927, l'autre en 1931, en vue d'une action économique concertée, mais leurs travaux sont restés fragmentaires et aucun plan d'ensemble ne fut envisagé. Depuis cette époque les politiques économiques suivies par les nations ont le plus souvent été à l'encontre des principes posés à ces conférences.

Dans le cadre d'un tel système cependant on peut envisager les projets, établis bien avant la guerre de 1939, de la constitution d'un réseau européen d'interconnexion électrique (Viel en France, Olivieri en Allemagne). Ces projets prévoyaient le transport au centre de l'Europe de l'énergie hydraulique qui existe en grande quantité dans les régions désertiques de la Laponie et de la Suède Boréale.

La mise au point de pareils accords internationaux exigerait des études dont le principe a été esquissé ci-dessus.

Au point de vue absolu un tel système économique présenterait pour la communauté humaine plus d'avantages que les systèmes autarciques ; mais celui-ci est un idéal qui se heurte au fait même qu'il existe des nations ayant des intérêts économiques et politiques distincts, souvent même opposés.

II. — COMPARAISON ECONOMIQUE

DES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE TRANSPORT EN COMMUN DE SURFACE

Le trolleybus ne convient pas comme mode de transport dans tous les cas et dans toutes les circonstances à un système urbain de transports en commun. L'installation d'un réseau de trolleybus entraîne, en effet, des dépenses d'établissement que ne connaît pas un réseau d'autobus. Il faut qu'un certain trafic minimum soit assuré à son exploitation afin que l'économie réalisée grâce à l'utilisation de l'énergie électrique puisse compenser les dépenses supplémentaires entraînées par l'installation de la ligne aérienne et des sous-stations d'alimentation. Ce n'est qu'à partir d'une certaine densité de trafic que ce mode de transport peut être avantageusement comparé au tramway et à l'autobus à moteur thermique.

Le problème qui se pose est donc de déterminer **quelle doit** être la zone d'action de chacun des modes de locomotion dans un système logique de transports en commun. Il s'agit de définir les conditions (ou du moins les principes permettant de les déterminer) dans lesquelles une exploitation de trolleybus est plus économique que les autres modes de locomotion en surface.

La solution ne pourra être trouvée que dans une étude comparative des prix de revient du trolleybus, du tramway et de

l'autobus. C'est en se plaçant dans le cadre d'une économie classique que cette étude sera envisagée.

A) *Comparaison du prix de revient théorique.*

Toutes les comparaisons économiques faites entre systèmes de transport, par application des principes de l'économie libérale, comportent l'établissement de prix de *revient partiels*.

Dans le calcul de ces prix de revient partiels on fait figurer tous les éléments du prix de revient total qui semblent devoir subir des variations caractéristiques des systèmes de transport considérés.

Les chapitres de dépenses habituellement étudiés sont ceux relatifs aux charges financières d'achat et de renouvellement du matériel et aux dépenses d'exploitation.

Les *charges financières* d'achat du matériel se décomposent en charges relatives :

— au matériel fixe (voies de roulement, lignes de contact, dépôts, ateliers de réparation) ;

— au matériel roulant (voitures motrices et éventuellement remorques).

Ces charges sont calculées en adoptant un loyer de l'argent correspondant aux conditions économiques du moment pour des emprunts à longs termes.

Dans certains pays on admet un taux d'intérêt fixe dans toutes les comparaisons, 5 % par exemple, pour éviter de fausser les résultats par introduction dans les calculs d'un taux fixé sans justification suffisante.

Les charges financières de renouvellement, quelquefois qualifiées « dépréciation », sont calculées en tenant compte des durées pratiques d'existence des divers éléments du matériel fixe et du matériel roulant.

L'évaluation de cette charge est sujette à caution au moment où l'on étudie un matériel nouveau, puisque la longévité d'un type d'appareil ne peut être évidemment déterminée que par expérience. C'est dans l'appréciation de la durée d'existence probable d'une machine ou d'un appareil quelconque que les erreurs sont les plus fréquentes, que ces erreurs soient dues à un optimisme ou à un pessimisme exagéré. Dans bien des cas, ces charges ne sont pas explicitées dans les bilans comparatifs

en raison de l'incertitude régnant sur les évaluations. Dans le cas particulier du trolleybus, nous possédons, dès maintenant, des données suffisantes pour pouvoir affirmer, sans crainte, que leur longévité est et sera notablement plus grande que celle des autobus.

Les *dépenses d'exploitation* qui sont prises en considération dans l'étude des prix de revient partiels sont celles relatives :

a) à l'achat du combustible pour les motrices thermiques, du courant pour les motrices électriques (tramways et trolleybus).

Ces dépenses sont égales au produit de la consommation d'essence, de mazout ou de courant par le prix du kilogramme de combustibles liquides ou du kwh d'énergie électrique.

b) à l'achat des lubrifiants, graisse ou huile à mouvement pour tous les types de machines, huiles à cylindres pour les moteurs à combustion ou à explosion.

c) à l'achat des pneumatiques pour les autobus et les trolleybus ou au remplacement des bandages ou des roues pour les tramways.

d) à l'entretien courant et aux réparations du matériel : équipement électro-mécanique d'une part, carrosserie d'autre part.

Il y a lieu de ne pas perdre de vue que malgré les perfectionnements apportés à la construction des moteurs à explosion, les éléments essentiels de ces moteurs travaillent à la « destruction » en raison des températures atteintes dans les cylindres et des tensions mécaniques développées dans les organes d'injection (moteur Diesel) et de distribution. Le matériel électrique travaille, au contraire, dans des conditions telles que la presque totalité des éléments des appareils a une longévité pratiquement illimitée.

Variation des paramètres définissant les conditions économiques.

Depuis la fin de la guerre 1914-1918 aucun des éléments constitutifs des prix de revient partiels n'a plus eu de valeur stable : le loyer de l'argent aussi bien que le cours des matières premières a subi des variations rapides de grandes amplitudes.

Les bases mêmes des calculs économiques ont été faussées et il est devenu nécessaire de faire figurer explicitement dans les

prix de revient des termes tenant compte de la situation économique du moment.

Instabilité de la monnaie.

En se montrant incapable de donner un pouvoir d'achat stable à la monnaie, les gouvernements ont empêché la réalisation d'affaires industrielles saines et ont entraîné le développement des « contrats à échelles ».

En fait, le loyer de l'argent a comporté à partir de 1919 en plus des termes habituels d'intérêt et d'amortissement qui correspondent aux règles de l'économie libérale en période de paix économique, une prime d'assurance contre la dépréciation de la monnaie. Des taux supérieurs à 6 %, qui avant la guerre de 1914 auraient été considérés comme usuraires, ont été ouvertement pratiqués après 1919 jusqu'à ce que les gouvernements arrivent à faire des emprunts à garantie de change, transformant le franc français de monnaie nationale en simple index économique.

Instabilité des prix de base.

L'instabilité des prix des matières premières a été l'une des conséquences les plus graves, au point de vue industriel, de cet état de choses, et l'habitude a été prise d'ajuster les prix d'un objet aux conditions économiques du moment.

Avant 1914, figurait dans les contrats de fourniture d'énergie électrique une formule donnant le prix de celle-ci en fonction des variations du cours du charbon, homologué par de grandes administrations faisant des achats massifs à de grands organismes de vente :

$$P = P_0 \left(1 + a \frac{C - C_0}{C_0} \right)$$

où C_0 représente le cours du charbon, au moment de la signature du contrat et C au moment de son application.

Les variations des termes d'ajustement ne pouvaient entraîner qu'une variation relativement faible du prix contractuel en raison de la petitesse du coefficient a . Depuis, on a intro-

duit dans les formules de variation de prix, en plus des termes correspondant aux matières premières, des termes correspondant à la main-d'œuvre, ainsi, on a tendu à « assurer » contre toute variation économique la totalité des éléments du prix de revient et on a transformé le prix d'un objet ou d'un service en un simple « prix de travail » fait en régie, dans lequel la responsabilité du fournisseur ou de l'entreprise n'était presque plus engagée.

A ce stade de l'évolution de la notion de prix, où l'acheteur ne sait plus ce que coûtera l'objet qu'il achète et où l'entrepreneur travaille au jour le jour presque dans les mêmes conditions que dans les usines nationalisées, il ne paraît plus possible de parler de prix de revient et de bilan comparatif.

L'organisation actuelle de la production avec utilisation « de bons matières » semble devoir, si on n'y prend garde, conduire à une extension dangereuse du travail en régie, chaque entrepreneur ou fournisseur se transformant en « tâcheron » exécutant dans un délai fixé par lui un travail déterminé avec des matières fournies ou achetées directement par l'acheteur du produit fini.

La seule responsabilité incombant au fournisseur serait celle correspondant à l'évaluation du nombre d'heures de travail d'ouvriers de diverses catégories nécessaires à l'exécution d'une machine ou d'un service déterminé.

Dans ce qui suit, nous supposerons que la notion de prix d'achat ferme est encore valable et nous supposerons que les principes de l'économie libérale sont applicables.

B) Comparaison économique du trolleybus et du tramway.

Dans les années qui ont suivi la guerre de 1914-1918, s'est posée, pour de nombreuses municipalités, la question de la remise en état de leur réseau de tramways endommagé ou, du moins, désorganisé par les hostilités.

Le coût trop élevé de la réfection des voies dû à la hausse des prix des matières premières et de la main-d'œuvre, l'embouteillage de la circulation qui commençait à se manifester dans les centres urbains, ont de plus en plus conduit à l'abandon progressif de ce mode de transport qui jusqu'à la guerre avait connu une ère de prospérité remarquable.

Dans la plupart des cas l'autobus prit sa place.

La technique du trolleybus n'était pas encore assez au point pour lui permettre d'entrer en lutte avec l'autobus qui pendant la guerre s'était considérablement perfectionné. Ce n'est que depuis une dizaine d'années que le trolleybus commence à se substituer au tramway, aux lieu et place de l'autobus. Dans les pays anglo-saxons en particulier, ce mouvement a pris une ampleur considérable et aujourd'hui on peut dire qu'à tout abandon de ligne de tramways correspond l'installation d'une ligne de trolleybus.

Cette faveur dont jouit ce mode de transport auprès des exploitants est dûe aux avantages économiques qu'il procure.

1) *Frais de premier établissement.*

C'est en ce qui concerne les frais de premier établissement que le trolleybus est, de beaucoup, plus économique que le tramway. L'absence de voies ferrées à installer entraîne une économie de près de 50 % sur les dépenses d'installation d'un réseau de tramways, bien que la pose de la ligne aérienne du trolleybus soit plus coûteuse ; malgré cela l'économie réalisée par l'absence de voie ferrée reste énorme.

Un deuxième élément influe sur les dépenses de premier établissement. C'est l'accroissement de la vitesse commerciale du trolleybus par rapport à celle du tramway, qui en permettant une rotation plus rapide des véhicules, réduit l'effectif de trolleybus nécessaires pour assurer un service identique. Cette rotation accélérée a pour conséquence de diminuer d'autant les immobilisations relatives au matériel roulant et d'agir favorablement sur les frais généraux.

2) *Frais d'exploitation.*

Ces deux modes de transport ont tous deux recours à une même source d'énergie, mais leur consommation est différente : le poids moindre du trolleybus, qui ne pèse en charge que de 8 à 10 tonnes alors que le tramway atteint 15 tonnes, entraîne une économie d'énergie électrique.

Les frais d'entretien pour les deux modes de transport sont du même ordre de grandeur, car la diminution des frais d'en-

tretien dûe à la suppression de la voie ferrée est en partie compensée par l'augmentation de ceux relatifs à la ligne aérienne auxquels viennent s'ajouter l'entretien des pneumatiques.

De ce qui précède, on peut donc conclure que les frais de traction et d'entretien du matériel roulant étant sensiblement du même ordre (ce qui comporte d'ailleurs quelques réserves en faveur du trolleybus) et les frais d'amortissement de la voie, qui grèvent les exploitations de tramways, étant bien supérieurs à ceux des exploitations de trolleybus, ce dernier doit être en définitive plus économique.

La diminution du prix de revient kilométrique est estimée par la plupart des exploitants de 10 à 20 % suivant que l'on considère les frais d'exploitation proprement dits ou que l'on y ajoute l'amortissement.

Mais dans une telle comparaison il ne faut pas tenir compte seulement, pour avoir une vue d'ensemble des résultats financiers, des conditions actuelles d'exploitation, mais aussi des probabilités d'augmentation du trafic dûes à l'amélioration du service offert au public. C'est ainsi qu'à Lyon la mise en service de trolleybus sur la ligne de Francheville-le-Haut a entraîné un accroissement du trafic sur cette ligne de 18,25 % alors qu'à cette époque il baissait sur l'ensemble du réseau.

Les expériences étrangères fournissent des renseignements analogues. Aux Etats-Unis, par exemple, ce mode de transport jouit d'une telle faveur auprès du public que sa mise en service à la place de tramways a toujours entraîné une augmentation du trafic.

La supériorité économique du trolleybus sur le tramway se trouve confirmée par les résultats d'exploitation de diverses compagnies de transport en commun qui se trouvent administrer en même temps les deux modes de transport.

C'est ainsi qu'une compagnie de transport, concessionnaire d'une grande ville française, dont les résultats d'exploitation sont résumés dans le tableau suivant, établi en prenant la dépense kilomètre-voiture tramway comme unité pour une ligne de moyenne importance, montre que tous les postes, à l'exception toutefois de celui relatif à la force motrice, sont inférieurs pour le trolleybus. Au total le prix de revient-kilomètre est de 28,5 % inférieur à celui du tramway.

	Tramways (en fr.)	Trolleybus
Frais généraux	0,459	0,355
Force motrice	0,071	0,074
Entretien, voies, lignes aériennes, matériel roulant, batiments, outillage, salaires, administration, exploitation, assurances	0,069	0,065
Renouvellement du matériel	0,138	0,087
Intérêt et amortissement du capital engagé	0,263	0,112
	1.000	0,713

Ces résultats sont confirmés par les expériences étrangères et en particulier par celles des pays anglo-saxons.

C'est ainsi que les résultats d'exploitation de la ville de Toledo aux Etats-Unis montrent que les bénéfices par voyageur transporté et par kilomètre parcouru sont, pour le réseau de trolleybus, quadruples, de ceux du réseau de tramways.

	Trolleybus	Tramways
Recettes en cents par voyageur	5,864	5,892
Dépenses en cents par voyageur	3,594	5,405
Bénéfices	2,270	0,487
Recettes en cents par kilomètre	27,1	25,1
Dépenses en cents par kilomètre	15,6	22,4
Bénéfices	11,5	2,7

Les résultats de la ville de Salt-Lake City, qui fut une des premières à adopter le trolleybus, ne sont pas moins concluants : ceux-ci montrent que les dépenses d'exploitation des divers modes de transport rapportées à celles du réseau de tramways ressortent à 90 % pour le trolleybus et à 140 % pour les autobus.

Une généralisation de ces résultats particuliers peut être trouvée dans le « Census » de l'industrie des transports aux Etats-Unis, qui tous les 5 ans procède à un relevé des coeffi-

cients d'exploitation des divers modes de locomotion. L'examen de ces statistiques montrent que ce coefficient, qui représente le pourcentage des dépenses d'exploitation aux recettes, a tendance à s'élever dans les réseaux de tramways, bien que depuis 1932 un léger fléchissement se soit manifesté grâce à la mise en service des nouvelles voitures P.C.C. ; c'est ce que précise le tableau ci-après.

Années	Coefficient d'exploitation des tramways
1902	57,94
1907	61,5
1912	60
1917	65,5
1922	72,5
1927	77,2
1932	81,4
1937	79,4

Malgré la légère amélioration qui se manifeste en 1937, le coefficient d'exploitation reste encore supérieur à celui du trolleybus, qui durant la dernière période de relevé de ces statistiques (1932-1937) a oscillé autour de 74,8.

Des statistiques plus récentes recueillies aux Etats-Unis par le « Transit Journal » auprès d'un certain nombre d'exploitants de trolleybus répartis sur toute l'étendue du territoire, il ressort que durant l'exercice 1939 les frais d'exploitation des réseaux de trolleybus ont diminué par rapport à ceux des exercices précédents. Cette réduction des dépenses tient aux progrès réalisés dans la technique du trolleybus qui ont entraîné une réduction sensible des dépenses de premier établissement en même temps qu'une économie importante de main-d'œuvre.

Ces statistiques montrent qu'alors que les frais d'exploitation par voiture s'élevaient chaque année à 1.200 dollars pour les autobus et à 800 dollars pour les tramways, ils n'atteignaient que 500 dollars pour les trolleybus.

L'étude des statistiques de l'industrie des transports en Grande-Bretagne, publiées chaque année dans un rapport du Ministère des Transports, nous amène à des conclusions identiques.

La décision prise par le London Passenger Transport Board,

peu après sa création en 1933, de remplacer progressivement tous les tramways de la région de Londres par des trolleybus, est la meilleure preuve que l'on puisse en donner.

*
**

De ce qui précède il ne faudrait pas conclure que le tramway n'a plus aucun rôle à jouer. Si, de plus en plus, il disparaît des grandes capitales en faveur des autobus et des trolleybus, il reste au tramway les transports rapides à grande fréquence.

Les études qui ont été faites ces dernières années sur ce sujet montrent que l'exploitation par tramways est la plus économique, lorsque l'état des voies ne nécessite pas de réfections importantes et tant que les difficultés de la circulation ne s'opposent pas à son utilisation. Il faut croire que dans certains cas les dépenses d'établissement sont encore amortissables, lorsque le trafic est suffisant, puisque durant ces dernières années, les Américains ont créé quelques lignes nouvelles de tramways, dotées d'un matériel roulant moderne.

Quoiqu'il en soit, les tramways disparaissent peu à peu des villes, en France et à l'étranger et il semble bien que le public ne les regrette pas.

C. — COMPARAISON ÉCONOMIQUE DU TROLLEYBUS ET DE L'AUTOBUS A MOTEUR THERMIQUE

a) *En France au lendemain de la guerre de 1939-1940.*

L'étude du prix de revient des exploitations de trolleybus et d'autobus présente à l'heure actuelle une grande importance, car si la nécessité de supprimer les lignes de tramways dans les villes à circulation intense n'est plus guère contestée par personne, la question de son remplacement oppose les partisans du trolleybus et ceux de l'autobus.

Les études économiques qui ont été effectuées à ce sujet ont montré que le trolleybus n'était pas la solution qui devait s'imposer dans tous les cas et dans toutes les circonstances. Ce n'est, en effet, qu'au-dessus d'un certain trafic minimum que l'économie réalisée, grâce à l'utilisation d'une énergie à meilleur marché que les combustibles liquides, pourra compenser les dépen-

ses supplémentaires entraînées par l'installation de la ligne de contact et des sous-stations d'alimentation.

Un certain nombre d'autres facteurs entrent en jeu qui varient suivant les conditions locales ou les circonstances. S'il s'agit, par exemple, de la transformation d'une exploitation de tramways, l'adoption du trolleybus permettra le réemploi d'une partie du matériel fixe, tel que les lignes de contact et les sous-stations. Dans le cas, au contraire, de la création d'une nouvelle exploitation, de telles considérations n'interviendront pas.

Dans cette section de notre étude nous nous proposons de définir le champ d'action rationnel du trolleybus. Nous envisagerons successivement les divers éléments constitutifs du prix de revient, mais nous n'aurons pas à faire entrer en ligne de compte les dépenses d'administration, de bâtiments, de personnel ainsi que les frais de gros entretien des carrosseries qui sont du même ordre pour le trolleybus et l'autobus.

Il reste donc comme éléments de comparaison :

- 1) Les charges financières de premier établissement relatives au matériel fixe et au matériel roulant ;
- 2) Les dépenses d'entretien du matériel roulant et de la ligne aérienne ;
- 3) Les dépenses de force motrice.

1) *Frais de premier établissement.*

La pose de la ligne aérienne et la construction des sous-stations entraînent, pour le trolleybus, des dépenses que l'on ne rencontre pas dans l'établissement d'un réseau d'autobus.

A la fin de 1941 on pouvait estimer à environ 350.000 francs l'installation d'un kilomètre de ligne de contact à 4 fils, montée sur poteaux en ciment armé, les dépenses de construction des sous-stations étant comprises dans ce prix.

La durée moyenne d'existence de ce matériel étant de 20 années, l'amortissement du capital ayant servi à l'acquérir devra porter sur une durée identique. Dans ces conditions l'annuité d'amortissement, en tenant compte d'un intérêt annuel de 5 %, est le 28.085 francs.

Les charges financières d'amortissement comprennent, en outre, celles relatives au matériel roulant :

Le prix d'un trolleybus est supérieur à celui d'un autobus ;

en moyenne on peut admettre un supplément de dépense de 60.000 à 90.000 francs par voiture.

Mais la durée d'existence des deux modes de transport n'est pas identique. D'après les résultats d'entreprises, en service depuis déjà un certain nombre d'années, on peut admettre qu'avec un bon entretien les châssis pourront durer 10 ans pour les autobus et 15 ans pour les trolleybus.

Si l'on considère les prix d'achat respectifs d'un trolleybus et d'un autobus, qui à cette époque étaient de 350.000 francs pour le premier et de 255.000 francs pour le second, les annuités d'amortissement, compte tenu d'un intérêt de 5 %, s'élèveront à 33.719 francs pour le trolleybus et à 33.023 francs pour l'autobus.

Or, l'expérience a montré que, pour un trafic journalier de 200 kilomètres, et même de 250 kilomètres dans certaines entreprises, le trolleybus n'est immobilisé pour son entretien et les réparations que 15 jours par an alors que l'autobus, pour un trafic journalier de 200 kilomètres au plus est immobilisé de 30 à 100 jours par an.

L'amortissement kilométrique du matériel roulant s'élèvera donc à :

$$\begin{array}{rcl}
 33.719 \text{ f.} & & \\
 \hline
 & = & 0 \text{ f. } 4.817 \text{ pour le trolleybus.} \\
 200 (365 - 15) & & \\
 33.023 \text{ f.} & & \\
 \hline
 & = & 0 \text{ f. } 4.920 \text{ pour l'autobus.} \\
 200 (365 - 30) & &
 \end{array}$$

La comparaison de ces deux nombres lève une objection qui bien souvent surgit dès que l'on aborde la question de l'économie d'une exploitation de trolleybus : le prix d'achat beaucoup plus élevé d'un trolleybus que d'un autobus. Dans l'exemple ci-dessus cette différence atteint 95.000 francs en faveur de l'autobus. Malgré celle-ci on constate que l'amortissement kilométrique du trolleybus est inférieur à celui de l'autobus ; en effet ce qui grève le prix de revient de l'exploitation ce n'est pas tant le capital investi que son intérêt et l'annuité d'amortissement.

De plus il est rare qu'un exploitant utilise un seul véhicule, presque toujours il possède un parc de plusieurs unités. On doit

donc dans une étude comparative du prix de revient faire intervenir non seulement les prix unitaires des véhicules mais surtout le prix global du parc. Or on sait que, si un trolleybus coûte plus cher à l'achat qu'un autobus, il faut, en règle générale, moins de trolleybus que d'autobus pour assurer un même service. L'écart entre le coût du parc de trolleybus ne sera donc pas en rapport avec celui constaté dans les prix unitaires de chacun de ces véhicules. Déjà, rien que du fait que la durée d'immobilisation du trolleybus est moindre que celle de l'autobus, le parc de trolleybus ne se composera, en principe, que de 85 % de l'effectif correspondant d'autobus. En réalité cet effectif sera encore moindre car la vitesse plus élevée et le parcours journalier plus grand du trolleybus augmente la vitesse de rotation des voitures. Mais le facteur de réduction, résultant de cette rotation accélérée, est difficile à fixer à priori, car celui-ci dépend d'un grand nombre de conditions locales : nombre d'itinéraires desservis, distance de terminus à terminus et surtout importance du réseau ; ce facteur est d'autant plus favorable que l'exploitation possède un parc de trolleybus plus important.

Dans les grandes exploitations on estime que l'effectif des trolleybus nécessaires pour assurer le service est en principe de 75 à 80 % de celui du parc d'autobus correspondant.

C'est ainsi que sur le réseau de Londres, le Board a prévu la construction de 1.000 trolleybus en vue de remplacer les 1.250 autobus qui assurent actuellement le service sur certaines lignes.

De ce qui précède, en admettant que l'amortissement kilométrique du matériel roulant est sensiblement du même ordre pour les deux modes de locomotion, il ressort, à la charge du trolleybus, une dépense supplémentaire annuelle de plus de 28.085 francs par kilomètre de ligne.

2) *Dépenses d'exploitation.*

a) *Dépenses d'entretien*

Suivant que l'on s'adresse à tel ou tel exploitant, les chiffres donnés pour l'entretien des voitures varient dans de grandes proportions.

Pour cette étude nous avons adopté ceux fournis par le projet

d'électrification partielle du réseau d'autobus de la Région Parisienne qui sont les plus récents.

D'après ces données les dépenses d'entretien du moteur, de l'embrayage et du changement de vitesse s'élèvent à :

— 1 f. 0656 pour l'autobus à essence

— 1 f. 0790 pour l'autobus à alcool

— 0 f. 8199 pour le trolleybus.

Cette différence en faveur du trolleybus est due à l'emploi de l'énergie électrique qui implique un organe moteur ne comportant aucune pièce mécanique sujette à usure systématique. Les dépenses d'entretien du châssis sont sensiblement égales pour les deux modes de transport. En réalité il semble que l'on pourrait admettre des frais moindres pour le trolleybus, car la régularité du couple moteur et l'absence de trépidations suppriment, en grande partie, la fatigue du matériel et par suite entraînent un entretien moindre des organes mécaniques communs aux deux véhicules.

En admettant des dépenses d'entretien identiques pour les pneumatiques des deux modes de transport, nous favorisons l'autobus car une expérience vieille déjà de plusieurs années a montré que l'usure était plus faible sur le trolleybus que sur l'autobus. Ce fait se trouve sanctionné dans les contrats passés entre certaines compagnies de transport et les fabricants de pneumatiques ; ces derniers consentent un tarif moins élevé aux exploitants de trolleybus que d'autobus.

Enfin l'utilisation du trolleybus aux lieu et place d'autobus entraîne une économie importante sur les frais d'entretien des garnitures de frein ; en effet dans ce mode de transport le freinage électrique permet d'absorber 90 % de la force vive de la voiture et 10 % seulement restent à absorber par les garnitures des freins mécaniques. Cela explique leur plus longue durée par rapport à celle des freins d'autobus, même de poids moindre.

Mais si dans une exploitation de trolleybus, l'entretien du matériel roulant s'avère moins onéreux que celui des entreprises d'autobus, il existe, par contre, des dépenses supplémentaires dues à l'entretien de la ligne aérienne ; celles-ci peuvent être chiffrées à environ 2 % du prix kilométrique d'établissement qui, s'élevant à environ 350.000 francs. entraîne une dépense totale d'entretien de 7.000 francs.

b) *Dépenses de force motrice*

D'après les chiffres que nous avons pu recueillir auprès de diverses exploitations de trolleybus et d'autobus tant en France qu'à l'étranger, il ressort que la moyenne de consommation d'énergie électrique par kilomètre oscille autour de 1 kwh en basse tension pour les trolleybus et de 0,55 litres d'essence pour les autobus à moteur à explosion de même capacité et de même poids.

Ces résultats sont résumés dans le tableau suivant qui donne la consommation d'énergie électrique de divers réseaux de trolleybus français et étrangers.

Lignes	Marque des trolleybus	Nombre de voyageurs transportés	Consommation en B.T. par voiture-kilomètre (en kwh)
<i>Angleterre.</i>			
Hastings	Guy	40	1,06
Rotherham	Ransomes	40	0,75
Wolverhampton ..	Guy	56	0,94
<i>Autriche.</i>			
Vienne	Daimler	26	0,564
<i>Belgique.</i>			
Anvers	A. C. E. C.	59	0,85
Liège	Ransomes	60	1,25
<i>France.</i>			
Aubagne	Vétra	40	0,65
Rouen	Vétra	60	0,94

En tenant compte du niveau des prix de 1940 (0 fr. 56 le kwh pour l'énergie électrique et 4 fr. 70 le litre pour l'essence) la consommation de force motrice entraîne une dépense kilométrique de 0 fr. 56 pour le trolleybus et de 2 fr. 52 pour l'autobus à essence ; ces chiffres sont dans le rapport de 1 à 4 et l'économie réalisée par l'emploi du trolleybus sur la consommation kilométrique ressort à 1 fr. 96.

Des valeurs sensiblement différentes sont obtenues avec l'alcool comme carburant. Ce cas doit être envisagé car, à la veille de la guerre, ce carburant était d'utilisation courante sur les autobus parisiens. On admettait une consommation de 0 l. 720 d'alcool par kilomètre et une consommation supplémentaire

journalière de 0 l. 5 d'essence pour faciliter la mise en marche des moteurs à froid. Pour un prix de 482 francs l'hectolitre d'alcool, la dépense totale d'énergie par kilomètre parcouru s'élevait à 3 fr. 48.

Avec un tel carburant, l'utilisation du trolleybus est encore plus avantageuse puisque celui-ci permet de réaliser une économie de 2 fr. 91 par kilomètre.

Si nous admettons (ce qui comporte, d'ailleurs, quelques réserves en faveur du trolleybus) que les frais généraux, les dépenses d'amortissement et d'entretien des carrosseries ainsi que les frais d'entretien des pneumatiques sont du même ordre de grandeur pour le trolleybus et l'autobus, il reste comme éléments de comparaison les dépenses d'établissement du matériel fixe et roulant et les dépenses d'exploitation.

Le tableau ci-après précise ce point de vue (Tableau 40).

Dépenses kilométriques		Economie kilométrique due à l'utilisation de trolleybus au lieu d'autobus à essence		Dépense kilométrique supplémentaire due à l'utilisation de trolleybus au lieu d'autobus à essence ou alcool	
	Francs	Francs	Francs		Francs
<u>Amortissement</u>					
Matériel roulant					
Trolleybus	0,4817				
Autobus à moteur à explosion	0,4920	0,011	0,011		28.085,-
<u>Entretien</u>					
Trolleybus	0,81				
Autobus à essence	1,06	0,25	0,25		7.000,-
Autobus à alcool	1,07				
<u>Energie motrice</u>					
Trolleybus	0,5669				
Autobus à essence	2,5284	1,961	1,961	2,917	
Autobus à alcool	3,4347				
Total		2,222	3,188		Total 35.085,-
Dépense supplémentaire par kilomètre de ligne et par jour.				$\frac{35.085,-}{365} = 96,10 \text{ francs}$	

Tabl. 40 : Comparaison des divers éléments composant le prix de revient

Du point de vue financier, il y aura équivalence entre les deux modes de transport lorsque l'économie réalisée sur les dépenses d'entretien et d'exploitation du matériel roulant sera suffisante pour compenser exactement les frais d'amortissement et d'entretien de la ligne de contact.

Dans les cas où le carburant utilisé est l'essence, il faudra pour que cette équivalence soit réalisée que le trolleybus parcourt par jour

$$\frac{96 \text{ fr. } 10}{2 \text{ fr. } 222} = 43 \text{ trajets simples soit environ 22 passages aller et retour.}$$

Dans le cas des exploitations utilisant l'alcool, il faudra prévoir un trafic minimum de

$$\frac{96 \text{ fr. } 10}{3 \text{ fr. } 188} = 30 \text{ trajets simples soit 15 trajets aller et retour.}$$

En supposant, ce qui était habituel en période normale, une durée de service de 12 heures par jour, il y aura équivalence des prix de revient des deux modes de traction lorsque la fréquence des départs sera de

$$\frac{12 \text{ heures} \times 60 \text{ minutes}}{22} = 32 \text{ minutes}$$

Dans le cas où le combustible utilisé est l'alcool la fréquence limite sera plus élevée, l'économie réalisée par le trolleybus à chaque kilomètre parcouru étant plus importante ; elle ressort à

$$\frac{12 \text{ heures} \times 60 \text{ minutes}}{15} = 48 \text{ minutes}$$

De ce qui précède on peut conclure que les dépenses d'exploitation, y compris les charges financières de premier établissement, sont plus faibles dans une exploitation de trolleybus que dans une exploitation d'autobus lorsque le trafic est suffisant pour nécessiter (en se plaçant dans les conditions les plus défavorables pour le trolleybus) un départ toutes les 32 minutes.

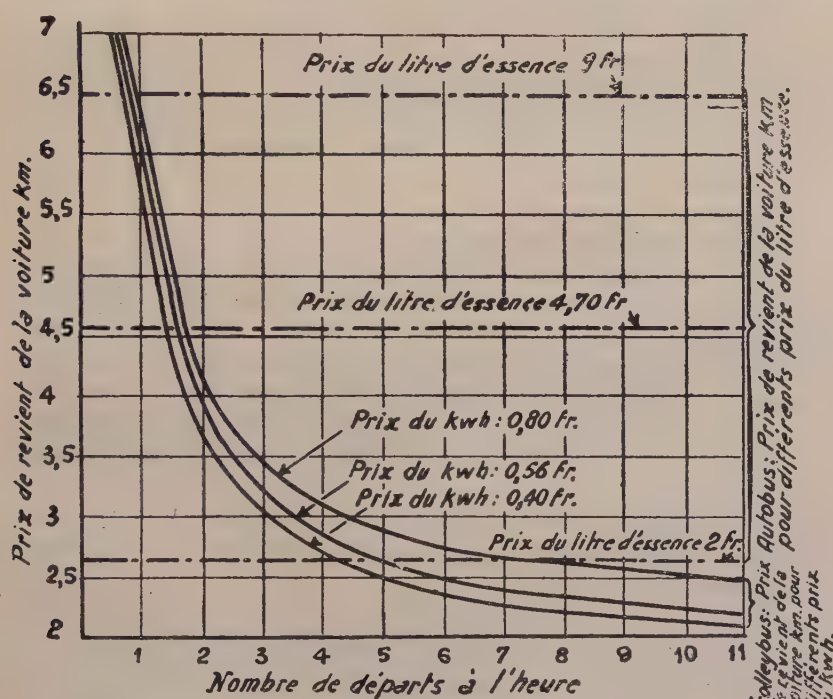
Dans le cas de l'alcool, la comparaison est davantage en faveur du trolleybus puisqu'alors il suffit d'un départ toutes les 48 minutes pour qu'il y ait équivalence économique entre les deux modes de transport.

Ces résultats sont évidemment susceptibles de modifications

suivant les circonstances de temps et de lieu. Au mois d'octobre 1941 ils correspondaient sensiblement aux conditions d'exploitation rencontrées en France.

Cependant, dans une situation économique et financière aussi instable que celle dans laquelle nous vivons à l'heure présente, il est difficile d'évaluer la rentabilité d'une exploitation nouvelle de trolleybus ; on ne connaît pas le cours du cuivre et l'économie qui résultera de l'emploi de l'énergie électrique en remplacement des combustibles liquides est difficilement chiffrable, les prix de l'essence et de l'alcool étant soumis à des variations incessantes.

C'est pourquoi nous avons établi le graphique ci-après qui donne les variations du prix de revient kilométrique en fonction de la densité du trafic, en tenant compte de plusieurs prix des carburants liquides et de l'énergie électrique (Tableau 41).



Tabl.41: Variation des prix de revient: voiture km. en fonction de la densité du trafic.

Avec une grande approximation nous pouvons cependant admettre que le taux de rentabilité des exploitations de trolleybus s'établit en général entre 15 et 16 %, le minimum étant de 13 % et le maximum de 18 %. De cette étude il ressort que, dans les moyennes et grandes agglomérations où il y a un trafic important, le trolleybus sera presque toujours le plus avantageux des transports de surface. Si certaines considérations, étrangères à l'économie du système, peuvent le faire éliminer des quartiers élégants de certaines grandes villes, le trolleybus doit trouver son application sur toutes les lignes périphériques à grand trafic.

Un dernier facteur agit en faveur de l'utilisation des trolleybus, comme de tous véhicules électriques : c'est leur régime fiscal particulier.

Déjà avant la guerre de 1939-1940, le Syndicat des constructeurs de véhicules électriques avait obtenu du gouvernement un certain nombre de mesures en faveur des véhicules à accumulateurs : exemption des droits de circulation et de la taxe au poids et à l'encombrement.

Cette tendance à favoriser le développement des véhicules électriques par un régime de taxation spéciale se retrouve dans les dernières mesures prises par le gouvernement en vue de l'électrification partielle du réseau de transport en commun de surface de la Région Parisienne.

Alors que d'après la législation en vigueur, l'autobus supporte, outre l'impôt sur les transports automobiles, la taxe au poids et à l'encombrement, les exploitations de trolleybus sont exemptées de ces deux impôts ; ceux-ci sont remplacés par une taxation spéciale qui prévoit deux tarifs d'imposition suivant que le prix maximum du voyage sur le réseau dépasse ou non 4 francs : s'il est inférieur à ce chiffre, le tarif est les 3/108 de la recette et s'il lui est supérieur les 8/108.

Cette taxation, toute en faveur du trolleybus, contribue elle aussi à réduire le prix de revient kilométrique de ce mode de transport.

b) *Expériences françaises et étrangères avant la guerre
de 1939-1940*

Après cette étude particulière à la France à une époque don-

née, il est intéressant d'envisager, d'une part les résultats d'exploitation des entreprises françaises avant la guerre de 1939 et, d'autre part, les résultats des exploitations étrangères.

Certains pourraient en effet reprocher à cette étude effectuée en partant des conditions économiques actuelles de ne pas être valable en période normale du temps de paix où la stabilité monétaire et la liberté des échanges permettent l'importation des produits pétroliers à des prix très bon marché.

Or, dès avant la guerre, la plupart des exploitants étaient d'accord pour reconnaître que le prix de revient kilométrique du trolleybus était inférieur à celui de l'autobus ; mais la valeur de leur différence était souvent discutée parce que les statistiques des entreprises n'étaient pas établies sur le même modèle, ce qui rendait les comparaisons moins aisées. Néanmoins il ressort de celles-ci, que si l'on rétablit les données des exploitants sur un modèle unique de ventilation des dépenses, tous les éléments du prix de revient sont moins élevés pour le trolleybus que pour l'autobus.

C'est ce que montre le tableau suivant qui résume les résultats d'exploitation d'une grande société française de transport en commun qui utilise simultanément les deux modes de traction.

	Autobus	Trolleybus
Frais généraux, Direction	0,076	0,076
Batiments	0,002	0,002
Mouvements	0,165	0,165
Amortissement : a) Voiture	0,084	0,030
b) Trolley et entretien	—	0,022
Moteur, embrayage, boîte de vitesse ..	0,142	—
Chassis, pont arrière, prise de courant	0,171	0,189
Pneumatiques	0,057	0,054
Force motrice	0,303	0,051
	1,000	0,589

Ce tableau, établi en prenant les dépenses par kilomètre-voiture autobus comme unité, montre que durant la dernière année normale, 1938, les frais d'exploitation des trolleybus, y compris les frais d'amortissement, étaient de près de 40 % inférieurs à ceux des autobus.

Les résultats des expériences étrangères nous amènent à des conclusions analogues ; même dans les contrées productrices de pétrole, l'exploitation de trolleybus s'est avérée moins coûteuse que celle des autobus ; cela explique le rapide développement que ce mode de transport a pris aux Etats-Unis.

Dans la ville de Salt Lake City, par exemple, l'exploitation des trois modes de transport a montré que les dépenses d'exploitation rapportées à celles d'un réseau de tramways s'élèvent à 90 % de ces dernières pour le trolleybus et à 140 % pour les autobus à essence.

Si pour aller du particulier au général, on examine le « Censur » de l'industrie des transports aux Etats-Unis, on constate que malgré une légère amélioration du coefficient d'exploitation des entreprises d'autobus, celui des trolleybus lui est toujours resté inférieur ; pour les autobus ce coefficient a atteint 83,1 en 1937 alors que pour les trolleybus il ne dépassait pas 74,8. Depuis cette date, l'évolution s'est poursuivie ; c'est ce que montrent les chiffres officiels publiés ces trois dernières années par le service du Contrôle des Entreprises et que l'on trouve ci-après. (Tableau 42).

	1938	1939	1940
CAPITAL INVESTI (<i>en dollars</i>)			
Trolleybus	2.375.000	7.200.000	7.800.000
Autobus	19.801.000	30.000.000	40.000.000
DÉPENSES D'EXPLOITATION (<i>en dollars</i>)			
<i>Matériel</i>			
Trolleybus	1.160.000	569.000	823.000
Autobus	17.150.000	20.809.000	22.085.000
<i>Main d'œuvre</i>			
Trolleybus	870.000	472.000	668.000
Autobus	16.770.000	17.984.000	18.287.000
TOTAL			
Trolleybus	2.030.000	1.061.000	1.491.000
Autobus	33.920.000	38.793.000	40.072.000

(TABLEAU 42).

Les statistiques officielles de la Grande-Bretagne, aussi bien celles publiées par le Ministère des Transports que celles publiées par le « Board » de Londres, donnent des résultats analogues. En Grande-Bretagne, pays dépourvu de toute source pétrolière mais riche en énergie électrique, le trolleybus devait prendre et a pris un grand développement.

Les chiffres présentés par le Board sont particulièrement intéressants parce que Londres possède le réseau de transports de surface le plus important du monde avec 6.389 autobus et 1.411 trolleybus. Les tableaux suivants, extraits de ses rapports, montrent l'évolution de ces deux modes de locomotion durant les 6 dernières années ayant précédé la guerre de 1939 (Tabl. 43).

TROLLEYBUS

	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Capital engagé	157.996	207.411	1.357.379	2.780.737	4.425.758	5.835.357
Dépenses d'exploitation ...	128.691	146.291	355.312	370.972	1.826.378	2.770.134
Recettes brutes	157.873	163.801	428.699	1.270.107	2.249.334	3.518.308
Coefficient d'exploitation ...	81.4	89.3	82.6	76.3	81.3	79.1

AUTOBUS

	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Capital engagé	7.836.733	8.680.510	9.955.443	11.235.864	11.871.904	12.406.869
Dépenses d'exploitation ...	12.507.421	13.338.373	13.845.680	13.869.376	14.353.567	14.307.109
Recettes brutes	14.634.592	15.774.053	15.959.445	15.217.707	16.236.651	16.550.096
Coefficient d'exploitation ...	85.5	84.4	87	91.2	88.7	86.5

TABLE. 43. — *Résultats d'exploitation d'es réseaux de trolleybus et d'autobus du « London Passenger Transport Board » de 1934 à 1939*

De leur examen, il ressort que, durant toute cette période, à l'exception toutefois de l'année 1935, le coefficient d'exploitation est toujours resté inférieur dans les exploitations de trolleybus à celui des entreprises d'autobus. Ces résultats sont identiques à ceux des exploitations américaines et de plus, pour ces deux pays, les coefficient d'exploitation des réseaux de trolleybus et d'autobus sont sensiblement dans le même rapport

$$\frac{81,6}{87,2} = 0,93 \quad \text{et} \quad \frac{74,8}{83,1} = 0,90$$

Ainsi que l'on se réfère à l'expérience des Etats-Unis immensément riches en carburants liquides, ou à celle de la Grande-Bretagne dépourvue de toute source de pétrole, le trolleybus s'est développé dans ces deux pays parce que son prix de revient, bien que grevé des charges financières relatives à la ligne aérienne, était inférieur à celui des exploitations d'autobus.

L'Italie, qui occupe le deuxième rang en Europe, après la Grande-Bretagne pour le développement des trolleybus, a favorisé ce mode de transport, moins pour des considérations financières que pour des considérations politiques. Il ressort néanmoins des résultats publiés par les diverses entreprises exploitant simultanément les deux modes de traction que le trolleybus est plus économique que l'autobus. Aux considérations d'ordre politique qui ont été à l'origine de son développement est venu s'ajouter le point de vue strictement financier.

D'après les résultats recueillis auprès de divers exploitants, on peut admettre que les dépenses d'exploitation par voiture et par kilomètre parcouru, oscillent en Italie autour de 2 liras avec un minimum de 1,36 lire à Vicence et un maximum de 3,64 liras à Gênes.

Les meilleures données que l'on puisse envisager pour comparer les prix de revient respectifs des divers modes de transport sont celles fournies par le « Governatorato di Roma » qui est la seule administration à utiliser simultanément les trois systèmes à une grande échelle.

Ces chiffres qui ont été publiés pour les années 1937 et 1938 mettent en évidence la supériorité très nette du trolleybus sur l'autobus.

	Dépense kilométrique (en liras)	
	1937	1938
Tramways	2,648	2,780
Trolleybus	2,724	2,678
Autobus	3,681	3,967

Ces résultats ont contribué à développer l'électrification des transports ferroviaires et routiers en Italie qui, à l'origine, ne l'avait envisagée que comme un moyen de se libérer de la tutelle étrangère pour la production de sa force motrice.

TROISIEME PARTIE

**LA POLITIQUE FRANÇAISE DE L'ENERGIE
DANS LES TRANSPORTS**

CHAPITRE PREMIER

Le problème général

Des sources d'énergie.

La crise mondiale a mis en première ligne de nos préoccupations nationales un problème dont la solution rapide ou indéfiniment différée équivalait à la reprise de notre économie ou à sa mort prochaine : la question des transports.

Durant la période qui a séparé les deux dernières guerres certains techniciens et mêmes certains politiciens conscients de la gravité de ce problème tant en temps de paix que d'hostilités, en avaient posé les bases mais ne l'avaient pas résolu.

Le nombre et la consommation des véhicules mécaniques que la technique n'avait cessé de mettre en circulation s'étaient élevé dans d'énormes proportions, alors que la production française en produits minéraux restait presque constante et toujours bien au-dessous de nos besoins.

La France est si pauvre en énergies provenant de son sous-sol qu'elle ne trouve pas dans ses mines tout le charbon nécessaire à la satisfaction de ses besoins ; en face d'une consommation qui, dans les années qui ont précédé la guerre de 1939-1940, a oscillé entre 70 et 90 millions de tonnes, l'ensemble de nos mines de charbon n'a produit que 55 à 60 millions de tonnes, ne représentant que les 2/3 environ de nos besoins normaux. Pour l'ex-cédent, on a dû recourir à l'importation étrangère.

En ce qui concerne notre production de carburants liquides la situation est encore plus défavorable : à la veille de la guerre la consommation française d'essence s'élevait à plus de 2 mil-

lions de tonnes, alors que la production nationale ne dépassait pas annuellement 130.000 tonnes d'essence.

Les seuls gisements français en exploitation étaient ceux de Pêchebron en Alsace et de Gabbian dans l'Hérault qui produisaient, par an, un total de 80.000 tonnes de pétrole brut. Près d'Autun, à Thélots, une exploitation des schistes bitumineux produisait annuellement 4.000 à 5.000 tonnes d'essence. Enfin 60.000 tonnes étaient obtenues à partir du charbon par des procédés de synthèse.

Le principal actif de la France, dans sa production de pétrole, était constitué par une participation dans l'exploitation des pétroles de l'Irak. On sait, en effet, que les accords internationaux de San Rémo conclus en 1920 avaient réservé à l'Etat Français un peu plus du quart de cette production. Par cette voie nous recevions environ 1 million de tonnes d'essence par an.

Le restant de nos besoins était couvert par l'importation. Durant cette période d'entre deux-guerres, notre balance commerciale avait à supporter annuellement, rien que pour les importations de combustibles, l'énorme charge de 8 milliards de francs dont 3 milliards pour les carburants liquides et 5 milliards pour la houille.

C'est ainsi un tribut de 8 milliards que la France était obligée de payer chaque année à l'étranger pour assurer la traction de son système de transports.

Pendant toute cette période, les gouvernements successifs ont peut-être eu conscience de la gravité de la situation, mais aucun n'a eu ni le courage ni le temps nécessaire pour faire aboutir une politique de l'énergie dictée par les seuls intérêts de la nation.

Divers services publics tel que le Ministère de la Défense Nationale, le Ministère de l'Agriculture se sont bien, chacun dans leur domaine propre, intéressés à cette question, mais aucun plan général, associé à des mesures coercitives au besoin n'a été envisagé. Tous les efforts sont restés dispersés. Aucun organisme n'avait les pouvoirs pour diriger et coordonner les travaux de la multitude de services chargés, à des titres divers, de ces études et de ces recherches.

Plus de 30 organismes publics et privés s'occupaient des problèmes relatifs à la production et à la répartition des divers combustibles, sans parler de ceux chargés plus spécialement du

problème de l'Energie dans les transports sur rails. On en trouvera ci-après l'énumération.

Pour le pétrole :

Office National des carburants liquides.
Chambre syndicale de l'industrie du pétrole.
Association Française des techniciens du pétrole.
Chambre syndicale des constructeurs d'automobiles.
Fédération Nationale de l'automobile, du cycle, de l'aéronautique et des industries qui s'y rattachent.
Chambre syndicale patronale des fabricants d'accessoires et de pièces détachées.

Pour l'alcool :

Services des alcools du Ministère des Finances.
Comité d'études et d'utilisation des produits agricoles.
Syndicat de distillerie agricole.
Syndicat des fabricants d'alcool.
Confédération générale des planteurs de betteraves.

Pour les benzols :

Union Française des producteurs de benzol (Unibenzol.)
Société des carburants et benzols du Nord et de l'Est.

Pour les bois :

Direction générale des eaux et forêts.
Fédération Nationale du bois.
Syndicats des producteurs de charbon de bois de forêt.
Union syndicale des usines de carbonisation de bois en France.
Société Nationale d'encouragement à l'utilisation du gaz des forêts.

Pour le gaz :

Union syndicale des industries gazières en France.
Comité pour le développement de l'emploi du gaz comprimé en France.

Pour les carburants de synthèse :

Comité Central des houillères de France.
Société des carburants et des produits de synthèse.

Pour les carburants coloniaux :

Ministère des Colonies.

Comité d'études minières pour la France d'outre-mer.

Service des bois coloniaux.

Il est bien évident que, dans ces conditions, aucun résultat d'ensemble ne put être obtenu. Aucun programme, aucun plan sur une politique nationale de l'Energie ne fut élaboré. Les mesures prises furent toujours individuelles et locales.

Dans le domaine fiscal, cependant, un certain effort fut tenté par les pouvoirs publics pour favoriser les systèmes de transport utilisant une énergie d'origine nationale. C'est ainsi que le décret du 8 juillet 1937 instituant un régime de licences pour les transports publics et privés, prévoit que « les véhicules à accumulateurs et ceux fonctionnant à l'aide de moteurs à combustion interne alimentés par gazogènes ou gaz comprimé » seront exemptés de cette taxe pendant deux ans et qu'au bout de cette période, ceux-ci ne seront soumis qu'à la moitié de la taxe.

De plus le décret du 16 juillet exonère de la taxe au poids et à l'encombrement les véhicules à accumulateurs les soumettant ainsi au même régime que les véhicules à gazogène et à gaz qui en bénéficiaient déjà depuis longtemps.

Enfin, à la suite du décret du 29 août 1937 imposant l'emploi du « carburant forestier » sur 10 % au moins du matériel roulant des entreprises de transports publics de personnes ou de marchandises, les démarches faites auprès du Ministre des Travaux Publics ont abouti à ce que l'énergie électrique soit autorisée pour ces 10 %. Cette autorisation, cependant, n'avait rien de général et seuls les départements qui en avaient fait la demande purent en profiter.

Dans certains cas particuliers enfin l'Etat est intervenu directement pour favoriser les établissements travaillant à la production des produits de remplacement, soit au moment de leur création en accordant une garantie d'intérêt aux actionnaires qui se proposaient de fonder de telles entreprises, soit au cours même de leur existence, en assurant des débouchés à des prix avantageux à une partie de leur production.

Ainsi, durant les années qui ont précédé la guerre aucun programme d'ensemble n'a été conçu en France pour développer et

répartir logiquement, entre les diverses entreprises de transport les énergies de sources nationales.

Les circonstances actuelles, nées de la défaite de juin 1940, posent maintenant ce problème dans des conditions beaucoup plus complexes alors que les troupes d'occupation réquisitionnent la plus grande partie de nos matières premières nationales et effectuent des prélèvements massifs sur les livraisons qui peuvent encore nous être faites par voie maritime.

Mais une solution doit intervenir dans le plus bref délai pour permettre, en première urgence, le ravitaillement de la population et ultérieurement, lorsque les événements politiques le permettront, le redressement de notre économie.

Il convient donc, afin de pouvoir logiquement prendre position sur le choix de l'énergie à utiliser dans les transports, d'établir un rapide inventaire des possibilités du pays.

Cet inventaire est facile à établir.

Puisque notre sous-sol manque des produits nécessaires à l'alimentation de nos moteurs, il faut les demander à notre sol qui en produit en abondance. Ceux-ci sont au nombre de trois :

— Le premier est l'*alcool* qui s'extraît par distillation des betteraves, des pommes de terre, de certains végétaux et de matières ligneuses de toutes sortes.

A la veille de la guerre, en ramenant en tonnes d'essence la production annuelle d'alcool livrée à la carburant, on estimait celle-ci à plus de 150.000 tonnes. Aujourd'hui, on ne peut espérer trouver dans ce produit qu'une solution partielle au problème de l'alimentation des transports sur route, la plus grande partie de notre production étant réquisitionnée par les autorités d'occupation.

— Le deuxième produit que nous trouvons sur notre sol est le *bois* qui, par sa combustion dans un appareil facilement adaptable sur tout véhicule à moteur thermique, fournit un gaz dit « gaz des forêts » qui, mélangé à l'air, donnent un carburant gazeux actionnant fort bien les véhicules même les plus lourds.

— Le « Service des Transports » du Reich (G.B.K.) a mis au point, afin de permettre le développement de ces véhicules, certains types de gazogènes susceptibles d'utiliser indifféremment n'importe quel combustible solide : bois, houille, lignite et surtout tourbe dont l'Allemagne est si riche.

— Le troisième produit susceptible de fournir l'énergie dont

nous avons besoin est la *houille blanche* dont nos ressources sont considérables.

Il conviendrait enfin de signaler, pour être complet, un dernier produit : le gaz de ville, que l'on peut utiliser comme carburant en l'emmagasinant, soit à la pression atmosphérique dans des poches en tissu caoutchouté, soit sous fortes pressions de l'ordre de 250 kilogrammes par centimètre carré, dans des bouteilles métalliques. Mais ce produit obtenu, à partir de la houille dont déjà, en période normale, notre production est insuffisante, ne peut être considéré comme une énergie d'origine nationale.

Ainsi les deux sources principales d'énergie dont nous disposons en dehors du charbon de nos mines, sont le gaz des forêts et la houille blanche, en désignant par ces termes symboliques d'une part toutes les formes de « carburants » utilisables dans des appareils autonomes à combustion ou à explosion, et d'autre part toutes les sources d'énergie hydraulique depuis la houille blanche proprement dite jusqu'à la houille verte et la houille bleue (1).

Mais, si les sources d'énergie de cette deuxième catégorie apparaissent inépuisables de par leur nature même (du moins tant que le rayonnement du soleil entretiendra le cycle de la condensation et de l'évaporation de l'eau des océans), il n'en est pas de même de l'autre catégorie dont les réserves connues sont strictement limitées.

Des conséquences de l'application de l'énergie électrique aux transports routiers et ferroviaires

Dans une étude sur le développement des applications de l'énergie électrique aux transports en commun une remarque fort importante s'impose.

Il apparaît, en effet, que la production de l'énergie électrique à partir du charbon entraîne une consommation moindre de cette substance que son utilisation directe dans les chaudières

(1) L'énergie hydraulique techniquement utilisable est celle que l'on peut tirer de nos torrents à *régime glaciaire* et qui est libérée au moment de la fonte des neiges (houille blanche proprement dite) ; de nos rivières à *régime pluvial* qui est libérée pendant la saison des pluies (Houille verte) et de nos mers, en utilisant la force des vagues ou des marées (Houille bleue).

des locomotives à vapeur ou que la fabrication d'essence synthétique pour les transports sur routes.

A) *Cas des transports ferroviaires*

Lorsque l'énergie électrique est d'origine hydraulique, l'économie de charbon réalisée est intégrale. Mais même dans le cas où l'énergie électrique consommée est d'origine thermique, l'économie de charbon réalisée reste considérable.

Reportons-nous, en effet, aux statistiques de la Société Nationale des Chemins de Fer Français pour les exercices 1938-1939. On constate que la consommation moyenne par tonne-kilomètre brute remorquée, y compris le chauffage dans les trains de voyageurs, s'est élevée à 70 grammes de charbon sur les réseaux non électrifiés et à 26 watt-heure, mesurée à l'entrée des sous-stations, sur les réseaux électrifiés.

Or l'expérience montre que lorsque l'énergie électrique est produite dans des centrales thermiques modernes à grande puissance et à grande utilisation, la quantité de charbon consommée pour obtenir 1 kwh varie entre 450 et 480 grammes.

La production des 26 watt-heure suppose ainsi une consommation allant de 11,7 à 12,5 grammes de charbon. En tenant compte des pertes le long de la ligne, que l'on peut estimer à 10 % de la consommation, on arrive aux chiffres de 12,8 et 13,7 grammes de charbon par tonne-kilomètre brute remorquée.

Ainsi, grâce à la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur, la quantité de charbon consommée, bien que ce produit serve encore à la production de l'énergie électrique, est *réduite dans les proportions de 5 à 1*.

Contrairement à ce qui se passe habituellement, l'introduction d'un intermédiaire se trouve être ici une source d'économie.

B) *Cas des transports routiers*

Pour la traction des transports routiers, le charbon, en dehors de son utilisation directe dans des automobiles à vapeur, peut servir de matière première soit pour la fabrication d'essence synthétique soit pour la production d'énergie électrique.

C'est cette dernière solution qui réduit dans les plus grandes proportions la consommation de charbon.

Les statistiques montrent, en effet, qu'il faut environ 4 kilogrammes de charbon pour obtenir 1 kilogramme d'essence dans les usines les plus modernes de carburants de synthèse et que pour obtenir 1 kwh aux bornes d'un trolleybus il faut (y compris les pertes) brûler 1 kilogramme de charbon.

Or, d'après les résultats d'exploitation les plus récents des compagnies de transport en commun françaises et étrangères, on peut admettre pour un trolleybus et un autobus d'un poids identique, une consommation de 1 kwh au kilomètre pour le premier et de 0 l. 55 d'essence pour le second ;

Ainsi 0 l. 55 d'essence (soit un poids de 0 kg. 46) correspond sensiblement à 1 kwh.

Mais pour obtenir 0,46 kilogramme d'essence par des procédés de synthèse il faut consommer environ 2 kilogrammes de charbon alors que pour produire 1 kwh la consommation de charbon ne dépasse pas 1 kilogramme.

La consommation de charbon, grâce à son utilisation sous la forme d'énergie électrique, sera *réduite dans le rapport de 2 à 1*.

Dans les circonstances actuelles, et même en période de paix où notre production de charbon est déficitaire, cette considération ne saurait trop être mise en lumière afin d'inciter le gouvernement et les dirigeants des entreprises de transport, à développer les applications de l'énergie électrique à la traction routière et ferroviaire.

Répartition des sources d'énergie :

A l'heure présente toutes les sources d'énergie peuvent être mises en valeur sans crainte de surproduction car, en admettant même que toutes nos mines de lignite ou de tourbe soient exploitées, que nos forêts soient mises en coupe réglée, que toutes nos chutes d'eau soient équipées, nous n'obtiendrions pas un volume global d'énergie comparable à celui que représente l'utilisation des combustibles solides et liquides importés en France avant la guerre.

Dans la bataille de l'Energie dont la France doit sortir victorieuse, la situation est telle que la lutte doit être menée d'une part avec les producteurs pour la mise en valeur de toutes les sources d'énergie quelles qu'elles soient, d'autre part avec les

consommateurs pour qu'ils utilisent les puissances mises à leur disposition même dans le cas où cette utilisation est moins comode ou plus coûteuse que celle du combustible importé ou importable.

C'est ainsi en tenant compte de l'expérience, vieille déjà de plusieurs années dans certains pays étrangers, que l'on peut proposer la répartition suivante, qui prévoit l'utilisation par chaque catégorie de véhicules de la source d'énergie convenant le mieux à l'intérêt général du pays.

1°) Pour les transports publics urbains et suburbains à itinéraire fixe, c'est l'énergie électrique captée directement par le véhicule (trolleybus) qu'il conviendrait d'adopter.

2°) Pour les transports municipaux de voirie et les services privés de livraison porte à porte dans les agglomérations, c'est l'énergie électrique emmagasinée de nuit dans les véhicules à accumulateurs qui est préférable, leur parcours journalier étant pratiquement limité à 50 ou 60 kilomètres.

3°) Pour les transports analogues aux précédents mais entraînant un parcours journalier de 100 à 140 kilomètres, c'est le gaz de ville comprimé en réservoirs qui convient.

4°) Enfin pour les transports à grand rayon d'action sur des itinéraires pouvant être très variables, c'est alors les véhicules à gazogènes utilisant le bois ou le charbon de bois comme carburant qu'il convient d'utiliser.

Il est bien évident que des chevauchements d'une catégorie à une autre sont à prévoir, cette répartition étant schématique et ne tenant pas compte des conditions locales qui dans certains cas jouent un rôle considérable.

Mais la réalisation même partielle de ce programme pose toute une série de questions dont les deux principales sont relatives la première à la force motrice utilisée, la seconde aux matières premières indispensables.

Pourra-t-on se procurer les matières premières nécessaires et dans quelle mesure sera-t-il possible d'en disposer sans gêner une autre industrie nationale ?

Nos ressources en énergie seront-elles en mesure de couvrir l'accroissement de consommation entraînée par le développement de leur utilisation ?

Telles sont les deux questions qui nous restent à étudier dans le cadre particulier du développement des trolleybus en France.

CHAPITRE II

Possibilités du développement des trolleybus en France

Avant d'envisager le problème de l'électrification urbaine, il convient de se demander si dans les temps présents et dans le proche avenir, notre production en matières premières et en énergie électrique est ou sera capable de répondre à ces besoins accrus.

1. — MATIÈRES PREMIÈRES

Au mois de juillet 1941 le nombre de trolleybus en circulation dans l'Empire Français s'élevait à 148 unités. A l'heure actuelle un certain nombre de compagnies de transports en commun, dans la métropole et dans les colonies, ont mis à l'étude un programme de fabrication portant sur un total de 240 trolleybus.

Dans la région parisienne la S.T.C.R.P. a mis au point un programme de construction portant sur 250 trolleybus et 200 kilomètres de lignes. Cette transformation correspondrait en période normale à une économie de plus de 400.000 litres d'essence. D'après les estimations qui ont été effectuées par les services compétents, la réalisation de ce projet entraînerait une dépense évaluée à 115 millions de francs et une consommation de cuivre estimée entre 400 et 700 tonnes.

Malheureusement la difficulté des approvisionnements et la rareté du cuivre entravent l'exécution de ce programme.

Deux lignes seulement d'une longueur totale de 20 kilomètres sont en cours d'équipement et 40 trolleybus sont en construction pour le compte de la S.T.C.R.P.

Sur les 200 millions de crédit qui ont été accordés sur les fonds de l'Etat, 20 millions seulement ont été engagés.

Il n'est pas impossible que l'on envisage dans l'avenir la transformation de la plus grande partie des autobus et des cars des services publics, en véhicules utilisant une énergie d'origine nationale.

Le problème se poserait alors dans les conditions suivantes : Sur les 2.270.000 voitures à essence qui circulaient en France en 1938 et qui consommaient plus de 3 milliards de litres d'essence par an, on comptait 460.000 véhicules utilitaires, se répartissant ainsi.

— 10.000 autobus ou cars de services publics.

— 170.000 véhicules de voirie et de livraison porte à porte à faible trafic journalier.

— 170.000 voitures de livraison à parcours double de celui des précédents.

— 110.000 autocars ou camions à long parcours.

En France, c'est donc sur les 10.000 véhicules utilisés pour les transports urbains que pourrait porter cette transformation.

On peut estimer que ces véhicules effectuent annuellement un parcours moyen de 30.000 kilomètres et que leur consommation moyenne aux cent kilomètres s'élève à 55 litres d'essence,

Leur consommation annuelle totale s'élève ainsi à près de $10.000 \times 30.000 \times 0,55 = 165.000.000$ de litres d'essence. Sur cette quantité, les 3.700 autobus en circulation à Paris en 1938 consommaient 94 millions de litres d'essence, représentant environ 56 % de la consommation totale des transports urbains.

En pratique la transformation ne pourrait pas porter sur la totalité de ces véhicules. On peut prévoir que près de 2.500 seraient, du fait de la ville où ils circulent, maintenus à alcool ou transformés pour fonctionner au gaz de forêt ou au gaz de ville. C'est d'ailleurs cette dernière solution que la S.T.C.R.P. a adopté en première urgence, pour remettre en service un certain nombre de ses lignes en attendant la réalisation de son programme d'installation de trolleybus.

Il resterait donc 7.500 véhicules à remplacer par des trolleybus. Un parc de $7.500 \times 0,8 = 6.000$ trolleybus serait suffisant étant donné les performances de ces derniers véhicules (1).

(1) Voir l'étude économique page 152 et 153.

La réalisation d'un tel programme entraînerait l'importation d'une quantité de cuivre de l'ordre de 1.200 tonnes pour le matériel roulant et de l'ordre de 500.000 tonnes pour les lignes de contact.

Telles sont les grandes lignes des projets qui, après la guerre, pourront voir le jour et dont la réalisation sera l'œuvre de la France de demain. Il ne faut pas perdre de vue en effet que lorsque les possibilités politiques de se ravitailler à nouveau en essence seront rétablies, les conditions économiques nous imposeront encore de rester modestes dans nos importations étrangères.

Il est donc indispensable, en tenant compte des possibilités économiques du moment, de mettre en œuvre dès à présent le programme d'installation des lignes de trolleybus, qui, dans le domaine des transports, pourront contribuer à l'œuvre de redressement national.

2. — POSSIBILITÉS EN ÉNERGIE

Avant d'étudier le rôle de l'électricité dans les transports en commun urbains et l'esquisser ses possibilités d'avenir, il n'est pas inutile de rappeler la grande distinction existant entre les sources d'énergie électrique.

La production industrielle de l'énergie électrique se classe en deux catégories : la production d'origine thermique qui fait appel à la houille noire ; la production d'origine hydraulique qui fait appel à la houille blanche.

En dépit de cette double origine, il n'existe aucune différence entre l'énergie thermique et l'énergie hydraulique au regard de ses applications. Mais cette distinction s'impose dans l'étude d'une politique nationale de l'énergie ; non seulement l'énergie électrique d'origine hydraulique, s'oppose à l'énergie d'origine thermique mais aussi à toutes les formes d'énergie dérivées des combustibles solides ou liquides — charbon et pétrole. Non seulement notre sol est capable d'en produire en assez grandes quantités pour répondre à nos besoins mais encore notre production est susceptible de trouver en France les ressources nécessaires pour répondre à une consommation accrue.

Au point de vue de la production de l'énergie électrique notre territoire peut être considéré comme divisé en une zone

d'influence de l'énergie hydraulique en voie de développement et en une zone d'influence de l'énergie thermique en voie de régression. Leur frontière est très approximativement jalonnée par une ligne passant par Strasbourg, Metz, Reims, Paris, Nantes.

Dans la première zone les sources d'énergie se répartissent entre trois groupes principaux de régimes hydrologiques nettement tranchés.

— Les Alpes au régime glaciaire, avec étiage d'hiver nettement accusé.

— Le Massif Central au régime pluvial avec étiage d'été.

— Les Pyrénées au régime intermédiaire participant des deux précédents et possédant un double étiage.

Dans la seconde zone, les centrales thermiques sont installées sur les bassins houillers, dans la Région Parisienne et dans le voisinage des ports leur permettant de recevoir à bon compte les combustibles étrangers.

Cependant cette distinction entre les deux zones tend à s'estomper et à faire place à la conjugaison des deux énergies grâce au réseau national d'interconnexion qui est en voie d'achèvement.

La puissance installée thermique atteint 2.800.000 kva en période normale et 2.700.000 kva en période sèche ; pour les usines hydrauliques les disponibilités effectives de puissance dépendent de l'état des eaux ; cependant de 1930 à 1941 la puissance installée n'a cessé de croître, passant pendant cette période de 2.328.000 kva à 3.888.068 kva soit une augmentation de 67 % (1).

Estimation de la production globale.

Durant ces dernières années la consommation d'énergie électrique n'a cessé de croître ; elle a été satisfaite par la production tant thermique qu'hydraulique dans les conditions suivantes (Tableau 44).

(1) KVA — Kilo-volt-ampère.

Production	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939
Hydraulique	5.995	6.975	5.995	5.870	6.550	7.025	7.835	8.940	10.200	10.150	11.400
Production											
Thermique	8.350	8.430	8.355	7.750	8.275	8.230	8.080	7.580	8.295	8.810	8.200
Production											
Importée	520	435	510	530	480	460	460	460	520	550	600
Total	14.865	15.840	14.840	14.150	15.205	15.715	16.375	16.980	19.015	19.510	20.200
(en millions de kwh).											
Part de l'énergie hydraulique dans le total en %	45	47	44	45	46	48	51	54,2	55,2	52	58

Tabl. 44. — *Production de l'énergie électrique en France de 1939 à 1929.*

En 1929 la production de l'ensemble des centrales thermiques françaises a été de 8.350 millions de kwh et celle des centrales hydrauliques de 5.995 millions soit au total, de 14.345 millions.

En 1939 la production thermique a atteint 8.200 millions et la production hydraulique 11.400 millions soit au total 19.600 millions de kwh.

On voit ainsi que pour une augmentation de la production totale de 36 %, la production hydraulique a augmenté de 90 % alors que la production thermique diminuait de 1,7 %. En dix ans la part de l'énergie hydraulique dans le total de l'énergie produite est passée de 45 à 58 %, alors que durant cette même période le pourcentage de l'énergie thermique tombait de 56 à 40 %.

Ces chiffres montrent que, depuis un certain nombre d'années, l'énergie hydraulique a satisfait à tous les besoins nouveaux et à une partie des besoins autrefois assurés par l'énergie thermique.

Mais la question ne se pose pas en France d'assurer la production d'énergie électrique uniquement au moyen des forces hydrauliques. Une telle organisation se heurterait à diverses impossibilités dont la principale résulterait de l'absence presque complète de grands réservoirs naturels. En pratique, si d'intéressantes régularisations sont possibles entre les régions de régime hydrologique différent, ces régularisations ne peuvent être que partielles et en tout cas ne permettent pas de résoudre le problème des compensations saisonnières. Une régularisation complète postule un appoint d'énergie thermique. Il arrive et il arrivera de plus en plus que pendant les périodes d'étiage, les centrales thermiques envoient du courant vers les régions de production hydraulique et qu'inversement pendant les périodes de hautes eaux les usines hydrauliques envoient des excédents importants vers les centres de production thermique.

En face de cette production globale, la quantité d'énergie consommée pour la traction n'a cessé de s'élever. Depuis la guerre de 1914-1918 un effort important pour diminuer nos importations de combustibles solides, a été tenté par les pouvoirs publics au moyen de l'électrification d'une partie de notre réseau de chemin de fer. Dans certaines villes, une politique

analogue a été suivie pour les transports en commun mais ne s'étendit jamais à l'ensemble des centres urbains.

En 1939, la traction électrique est intervenue pour 6,7 % dans la consommation globale, avec 1 milliard 185 millions de kwh ; en dix ans la quantité d'énergie consommée par les transports s'est élevée de 830 millions de kwh en 1929 à 1 milliard 185 millions en 1939. C'est ce que montre le tableau suivant qui, pour cette période, retrace l'évolution de la consommation

Energie électrique consommée pour la traction
(en millions de kwh)

Année	Consommation	Année	Consommation
1929	830	1935	965
1930	845	1936	1.010
1931	885	1937	1.150
1932	865	1938	1.188
1933	875	1939	1.185
1934	940		

L'examen de ce tableau montre que l'augmentation de la consommation d'énergie pour la traction fut plus rapide et plus considérable que celle enregistrée pour la consommation globale ; alors que cette dernière subissait une augmentation de 36 % l'énergie consommée pour la traction s'élevait de 42 %.

Mais si l'on envisage la quantité d'énergie utilisée pour la traction électrique dans les transports urbains, on est frappé de son peu d'importance par rapport à la consommation totale d'énergie électrique consommée pour la traction (chemins de fer, tramways, etc...).

En ne tenant pas compte du Métropolitain de Paris, dont la consommation en période normale atteint environ le tiers de la consommation de traction, la quantité d'énergie consommée par les transports urbains de surface (tramways et trolleybus) est extrêmement faible : 10 % de la consommation de traction et 0,79 % de la consommation globale d'électricité.

C'est ce que résume le tableau suivant qui donne la consommation d'énergie électrique pour la traction des divers modes de transport, durant les années 1937, 1938, 1939.

On notera que ces chiffres sont relatifs uniquement à l'énergie électrique livrée aux sous-stations pour la traction et qu'ils ne tiennent pas compte de l'énergie consommée pour l'éclairage de certaines grandes gares et de la force motrice de certains ateliers de réparations ;

Consommation d'énergie électrique pour la traction
(en millions de Kwh)

Exercices	1937	1938	1939
— S. N. C. F.	634	645	690
— Métropolitain	334	348	295
— Tramways et trolleybus ..	147	140	140
Total	1.115	1.133	1.125

En 1939 la consommation de traction a été inférieure de 0,6 % à celle de 1938. L'augmentation de consommation de la S.N.C.F., due à la mise en service du tronçon Tours-Bordeaux le 2 décembre 1938, a été compensée par la diminution de la consommation du Métropolitain par suite de la réduction générale du trafic pendant le dernier trimestre de 1939 et l'interdiction de la circulation sur les lignes aériennes.

Le problème qui se pose à l'heure actuelle, dans des conditions délicates, est de savoir si les entreprises de production d'énergie électrique seront à même de répondre à un développement des électrifications urbaines.

La réalisation complète du programme de développement des trolleybus porterait, ainsi que nous l'avons vu, sur la mise en service de 6.500 voitures environ. Elle entraînerait un accroissement de consommation de 550 millions de kwh en haute tension, demande extrêmement faible par rapport aux 11 milliards 400 millions d'énergie électrique d'origine hydraulique dont nous disposons actuellement.

Il serait intéressant, pour aller plus loin dans la question de l'utilisation de l'énergie électrique dans les transports en général, d'envisager la consommation entraînée par la transformation des 170.000 voitures de voirie et de livraison à faible distance, en véhicules à accumulateurs.

En tablant sur une batterie d'accumulateurs, susceptible d'assurer, dans des conditions normales, un parcours journalier d'environ 70 kilomètres, il faudrait compter annuellement, une

fois la substitution totale effectuée, sur une consommation de 2 milliards 800 millions de kwh. La charge de ces véhicules s'effectuant la nuit, cette quantité est dès maintenant en grande partie disponible, la majeure partie de la production globale française correspondant à une consommation de jour.

Ainsi si l'on envisage, en plus de l'électrification des transports urbains de surface, la transformation en véhicules à accumulateurs de tous les véhicules dont les caractéristiques d'utilisation le permettent, la consommation globale ne dépasserait pas annuellement 3 milliards 350 millions soit 29 % de notre production hydraulique en période normale.

Les installations en cours et en projet permettent d'envisager la production de l'énergie électrique nécessaire. La France est loin de la saturation. Un vaste programme de développement des véhicules électriques peut et doit être envisagé.

VU :

Le Président,

G. PIROU.

VU :

Le Doyen,

G. RIPERT.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

GILBERT GIDEL.

BIBLIOGRAPHIE

A. — OUVRAGES GENERAUX

- AFTALION (A.). — *Cours de statistiques*.
- GUÉRIN (P.). — *Le problème français* (1939).
- JAYOT (E.). — *Rapport sur la réorganisation des services de transports* (1927).
- MARIAGE (A.). — *Historique sommaire de la C. G. O. de 1855 à 1910* (1912).
— — *Les transports en commun de surface de 1910 à 1926* (1923).
- MONOD (Noël). — *Les transports publics à Londres, Gestion unique et socialisation* (1936).
- MORPAIN (C.). — *La coordination des transports en commun dans la Région Parisienne* (1941).
- PIROU (G.) et BYE (M.). — *Traité d'économie politique* (1940).
- RUHLMANN (H.). — *Les chemins de fer urbains, étude économique et sociale* (1936).
- X. CRISE. — (Centre Polytechnicien d'études économiques). — *Le problème des transports* (1936).
— — *Le problème de l'énergie* (1937).
- VIRGITTI (J.). — *Les transports en commun à Paris avant la création du chemin de fer Métropolitain* (1934).
- WOHL. — *La route et le rail* (1934).

B. — OUVRAGES SPECIAUX

- Les trolleybus*, par R. PINGET (1940).
- Les trolleybus français*, par M. ROYER (1940).
- Le trolleybus*. — Brochure éditée par la Société VETRA.
- Le trolleybus*. — Une solution nationale du problème des transports en commun. Brochure éditée par la Société pour le développement des véhicules électriques (1940).
- Le trolleybus*. — Brochure éditée par la Société des constructions électriques de Belgique.

C. — REVUES ET PERIODIQUES

1. Français. — *La Revue Générale de l'Electricité*.
Le Génie civil.

La Traction Electrique.

Les Transports Modernes.

Electricité.

Bulletin de la Société Française des Electriciens.

Le Véhicule Electrique.

La technique moderne.

2. Anglais. — *Transport World.*

Modern Transport.

3. Américains. — *Transit Journal.*

General Electric Review.

4. Allemands. — *Verkehrstechnik.*

Elektrotechnische Zeitschrift.

5. Suisse. — *Revue Oerlikon.*

D. — DOCUMENTS

Statistiques Générales de la France.

Résultats du dénombrement de la population (Ministère de l'Intérieur).

Annual Report and Accounts (London Passenger Transport Board).

XXV^e et XXVI^e Congrès de l'Union Internationale de tramways, de chemins de fer d'intérêt local et de transports publics automobiles (1937 et 1939).

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Considérations générales sur les transports urbains

A. — <i>Concentration de la population dans les villes</i>	7
Répartition de la population dans les pays	8
Répartition de la population dans les villes	9
Courbes isochrones	16
Déconcentration :	
a) Electrification	19
b) Méthode des zones	21
B. — <i>Variation du trafic avec la densité de la population</i>	22
Variation du trafic avec la population	22
Variation du trafic avec l'activité économique :	
— Chômage	23
— Ressources moyennes de la population	24
C. — <i>Problème de l'énergie dans les transports urbains</i>	27
LE TROLLEYBUS	
— Description du trolleybus	33
— Position du problème	34

PREMIERE PARTIE

Historique du développement du trolleybus dans le monde

Chapitre 1. — LE TROLLEYBUS AUX ETATS-UNIS	38
Chapitre 2. — LE TROLLEYBUS EN GRANDE-BRETAGNE	52
A. — Son développement en Angleterre en général	52
B. — Son développement à Londres	61
Chapitre 3. — LE TROLLEYBUS EN ITALIE	70
Chapitre 4. — LE TROLLEYBUS EN FRANCE ET DANS L'EMPIRE FRANÇAIS	81
A. — Son développement en France	81
B. — Son développement dans l'Empire	84
C. — Son développement à Paris	87
Chapitre 5. — LE TROLLEYBUS EN ALLEMAGNE	99
Chapitre 6. — LE TROLLEYBUS DANS DIVERS PAYS	108

A. — Russie	108
B. — Belgique	109
C. — Suisse	110
Chapitre 7. — RÉSUMÉ	112

DEUXIEME PARTIE

Etude économique

Chapitre 1. — DES AVANTAGES ET DES INCONVÉNIENTS DU TROLLEYBUS	115
Section 1. — <i>Comparaison entre le trolleybus et l'autobus</i>	115
Section 2. — <i>Comparaison entre le trolleybus et le tramway</i> ..	124
Chapitre 2. — ETUDE ÉCONOMIQUE DU TROLLEYBUS	128
Section 1. — <i>Du prix de revient</i>	128
Généralités	128
Point de vue de l'économie classique	135
Point de vue de l'économie autarcique	136
Point de vue de l'économie mondiale	139
Section 2. — <i>Comparaison économique des différents systèmes de transport en commun de surface</i>	141
A. — Comparaison du prix de revient théorique	142
B. — Comparaison économique du trolleybus et du tramway	145
C. — Comparaison économique du trolleybus et de l'autobus à moteur thermique	150
a) En France au lendemain de la guerre de 1939-1940	150
b) En France et à l'étranger avant la guerre de 1939-1940	160

TROISIEME PARTIE

La politique française de l'énergie dans les transports

Chapitre 1. — LE PROBLÈME GÉNÉRAL	169
— Des sources d'énergie	169
— Des conséquences de l'application de l'énergie électrique aux transports routiers et ferroviaires	174
— Répartition des sources d'énergie	176
Chapitre 2. — LES POSSIBILITÉS DE DÉVELOPPEMENT DU TROLLEYBUS EN FRANCE	178
Section 1. — <i>Matières premières</i>	178
Section 2. — <i>Energie électrique</i>	180

LIBRAIRIE SOCIALE ET ÉCONOMIQUE, PARIS.

